



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE
SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TREINTA Y CUATRO
VIVIENDAS EN PAMPLONA

1 MEMORIA

Iñigo Arteaga Jaunsarás

Tutor: José Vicente Valdenebro García

Pamplona, Junio de 2012



ÍNDICE

1. OBJETIVO DEL PROYECTO.....	7
1.2 NORMATIVA.....	7
2. APLICACIÓN DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA O DE LA OPCIÓN GENERAL.....	7
2.1 CONDICIONES DE APLICABILIDAD.....	7
2.2 OBJETO DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA.....	8
3. DATOS DE PREVIOS.....	8
3.1 ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA.....	8
3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS.....	8
3.3 DEFINICIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA DEL EDIFICIO Y CLASIFICACIÓN DE SUS COMPONENTES.....	9
3.4 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	10
3.5 DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS.....	12
3.5.1 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR...	12
3.5.2 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO.....	14
3.5.3 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES.....	14
3.5.4 PILARES.....	15
3.5.5 HUECOS Y LUCERNARIOS.....	16
4. DESCRIPCIÓN DEL CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.....	17
4.1 DETERMINACIÓN DE LA ZONA CLIMÁTICA.....	17
4.2 TRANSMITANCIA TÉRMICA.....	18
4.2.1 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR...	18
4.2.2 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO.....	20



4.2.2.1 SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO.....	20
4.2.2.2 MUROS EN CONTACTO CON EL TERRENO.....	20
4.2.2.3 CUBIERTAS ENTERRADAS.....	20
4.2.3 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES.....	20
4.2.3.1 PARTICIONES INTERIORES.....	20
4.2.3.2 SUELOS EN CONTACTO CON CÁMARAS SANITARIAS.....	24
4.2.4 HUECOS Y LUCERNARIOS.....	24
4.3 FACTOR SOLAR MODIFICADO DE HUECOS Y LUCERNARIOS.....	24
4.4 CONDENSACIONES.....	25
4.4.1 CONDICIONES EXTERIORES PARA EL CÁLCULO DE CONDENSACIONES.....	25
4.4.2 CONDICIONES INTERIORES PARA EL CÁLCULO DE CONDENSACIONES.....	28
4.4.2.1 CONDENSACIONES SUPERFICIALES.....	28
4.4.2.2 CONDENSACIONES INTERSTICIALES.....	28
4.4.3 COMPROBACIÓN DE LAS CONDENSACIONES.....	28
4.4.3.1 CONDENSACIONES SUPERFICIALES.....	28
4.4.3.2 CONDENSACIONES INTERSTICIALES.....	30
4.5 FICHAS JUSTIFICATIVAS.....	32
5. CARGAS TÉRMICAS DEL EDIFICIO.....	35
5.1 PÉRDIDAS DE CARGA POR TRANSMISIÓN.....	35
5.2 PÉRDIDAS DE CARGA POR INFILTRACIÓN, RENOVACIÓN O VENTILACIÓN.....	35
5.3 PÉRDIDAS DE CARGA POR SUPLEMENTOS.....	36



6. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE.....	38
6.1 ELECCIÓN DE LOS EMISORES.....	38
6.2 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	39
6.3 DIMENSIONADO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	42
6.4 PÉRDIDAS DE LAS TUBERÍAS DE CALEFACCIÓN.....	42
6.5 INSTALACIÓN EN CADA VIVIENDA.....	43
6.7 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.....	44
6.7.1 VASO DE EXPANSIÓN.....	44
6.7.2 CÁLCULO DE LA BOMBA.....	45
6.7.3 CONTADORES.....	46
6.7.4 ELEMENTOS DE REGULACIÓN.....	46
6.7.4.1 TERMOSTATOS.....	46
6.7.4.2 SENSORES.....	47
6.7.4.3 ACTUADORES.....	47
6.7.4.4 MANÓMETROS.....	47
6.7.4.5 VÁLVULAS.....	48
6.7.4.6 GRIFOS DE VACIADO.....	49
7. INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS).....	50
7.1 INTRODUCCIÓN.....	50
7.2 TIPOS DE INSTALACIONES DE ACS.....	51
7.3 PRODUCCIÓN CON ACUMULACIÓN.....	51
7.4 DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN.....	52
7.5 AISLAMIENTO.....	53
8. ENERGÍA SOLAR.....	54



8.1 INTRODUCCIÓN.....	54
8.2 RADIACIÓN SOLAR.....	55
8.3 RADIACIÓN SOLAR SOBRE SUPERFICIES PLANAS.....	56
8.4 COLECTORES SOLARES.....	57
8.4.1 CLASIFICACIÓN DE LOS COLECTORES SOLARES.....	57
8.4.1.1 COLECTORES SOLARES SIN CONCENTRACIÓN.....	57
8.4.1.2 COLECTORES SOLARES DE CONCENTRACIÓN.....	58
8.4.2 COMPONENTES DEL COLECTOR DE PLACA PLANA.....	58
8.4.3 FUNCIONAMIENTO DEL COLECTOR DE PLACA PLANA.....	59
8.5 CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES SOLARES.....	60
8.5.1 SEGÚN EL PRINCIPIO DE CIRCULACIÓN.....	60
8.5.2 SEGÚN EL SISTEMA DE EXANSIÓN.....	60
8.5.3 SEGÚN EL SISTEMA DE INTERCAMBIO.....	60
8.5.4 SEGÚN EL SISTEMA AUXILIAR.....	61
8.5.5 SEGÚN LA APLICACIÓN.....	61
8.6 SOLUCIÓN ADOPTADA.....	61
8.7 CIRCUITO PRIMARIO.....	62
8.7.1 DATOS PREVIOS.....	62
8.7.2 DEMANDA DE ACS Y CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA.....	62
8.7.3 CÁLCULOS DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN.....	64
8.7.4 DIMENSIONADO DE LOS COLECTORES SOLARES.....	66
8.7.4.1 VALORACIÓN DE LAS CARGAS CALORÍFICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ACS.....	67



8.7.4.2 VALORACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE EN LA SUPERFICIE INCLINADA DE LOS CAPTADORES.....	67
8.7.4.3 CÁLCULO DEL PARÁMETRO D1.....	67
8.7.4.4 CÁLCULO DEL PARÁMETRO D2.....	68
8.7.4.5 DETERMINACIÓN DE LA GRÁFICA f	69
8.7.4.6 VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR MENSUAL.....	70
8.7.4.7 VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR ANUAL.....	70
8.7.5 DISPOSICIÓN DE LOS COLECTORES.....	70
8.7.6 FLUIDO DE TRABAJO.....	71
8.7.7 DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS DEL CIRCUITO PRIMARIO.....	73
8.7.8 AISLAMIENTO.....	73
8.8 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN DE ACS CON REFUERZO SOLAR.....	74
8.8.1 VASOS DE EXPANSIÓN.....	74
8.8.2 BOMBAS.....	75
8.8.3 CONTADORES.....	77
8.8.4 ELEMENTOS DE REGULACIÓN.....	77
8.8.4.1 TERMOSTATOS.....	77
8.8.4.2 SENSORES.....	77
8.8.4.3 ACTUADORES.....	78
8.8.4.4 MANÓMETROS.....	78
8.8.4.5 VÁLVULAS.....	78
8.8.4.6 PURGADOR.....	79
8.8.4.7 CENTRALITA DE REGULACIÓN.....	79



8.8.4.8 GRIFOS DE VACIADO.....	80
9. SALA DE CALDERAS.....	80
9.1 CÁLCULO DE LA CALDERA.....	82
9.2 CÁLCULO DE LA CHIMENEA.....	82
10. LEGIONELLA.....	82
11. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	85



1. OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo de este proyecto es determinar la instalación de calefacción y agua caliente sanitaria a instalar, según la normativa vigente, en un edificio de treinta y cuatro viviendas en la localidad de Pamplona (Navarra) en la calle Bardenas Reales. La actual normativa exige proporcionar el Agua Caliente Sanitaria mediante una contribución mínima de energía solar, el porcentaje lo marca la zona climática en la que se encuentre ubicado el edificio.

1.2 NORMATIVA

- 1- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas (ITE). Año 2007.
- 2- Código Técnico de la Edificación (CTE): Documento Básico HE, Ahorro de energía. Año 2006.
- 3- Código Técnico de la Edificación (CTE): Documento Básico HS, Salubridad. Año 2006.
- 4- Normas UNE.
- 5- Normas Tecnológicas de la edificación (NTE). Año 1972.
- 6- Real Decreto 865/2003, del 4 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de legionelosis.

2. APLICACIÓN DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA O DE LA OPCIÓN GENERAL

Para el cálculo y dimensionado de la calefacción puede utilizarse dos opciones:

- Opción simplificada
- Opción general

En este proyecto se va a utilizar la opción simplificada ya que cumple con las condiciones de aplicabilidad.

2.1 CONDICIONES DE APLICABILIDAD

Se utiliza la opción simplificada si se cumplen las siguientes condiciones:

- 1- que la superficie de los huecos en cada fachada sea inferior al 60% de su superficie.
- 2- que la superficie de lucernarios sea inferior al 5% de la superficie total de la cubierta.

Como excepción, se admiten superficies de huecos superiores al 60% en aquellas fachadas cuyas áreas supongan un porcentaje inferior al 10% del área total de las fachadas del edificio.

Quedan excluidos aquellos edificios cuyos cerramientos estén formados por soluciones constructivas no convencionales tales como muros Trombe, muros parietodinámicos, invernaderos adosados, etc.

2.2 OBJETO DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA

- 1- limitar la demanda energética de los edificios, de una manera indirecta, mediante el establecimiento de determinados valores límite de los parámetros de transmitancia térmica U y del factor solar modificado F de los componentes de la envolvente térmica.
- 2- limitar la presencia de condensaciones en la superficie y en el interior de los cerramientos para las condiciones ambientales establecidas en este Documento Básico.
- 3- limitar las infiltraciones de aire en los huecos y lucernarios.
- 4- limitar en los edificios de viviendas la transmisión de calor entre las unidades de uso calefactadas y las zonas comunes no calefactadas.

3. DATOS PREVIOS

3.1 ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA

Para la limitación de la demanda energética se establecen 12 zonas climáticas identificadas mediante una letra, correspondiente a la división de invierno, y un número, correspondiente a la división de verano. En general, la zona climática donde se ubican los edificios se determinará a partir de los valores tabulados. En localidades que no sean capitales de provincia y que dispongan de registros climáticos contrastados, se podrán emplear, previa justificación, zonas climáticas específicas.

3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS

Los espacios interiores de los edificios se clasifican en espacios *habitables* y espacios *no habitables*.

Los espacios habitables se clasifican en función de la cantidad de calor disipada en su interior, debido a la actividad realizada y al periodo de utilización de cada espacio, en las siguientes categorías:

- 1- espacios con carga interna baja: en los que se disipa poco calor.
Son los espacios destinados principalmente a residir en ellos, con carácter eventual o permanente. En esta categoría se incluyen todos los espacios de edificios de viviendas y aquellas zonas o espacios de edificios asimilables a

éstos en uso y dimensión, tales como habitaciones de hotel, habitaciones de hospitales y salas de estar, así como sus zonas de circulación vinculadas.

- 2- espacios con carga interna alta: en los que se genera gran cantidad de calor por causa de su ocupación, iluminación o equipos existentes. Son aquellos espacios no incluidos en la definición de espacios con baja carga interna. El conjunto de estos espacios conforma la zona de alta carga interna del edificio.

Para la limitación de condensaciones en los cerramientos, los espacios *habitables* se caracterizan por el exceso de humedad interior. En ausencia de datos más precisos y de acuerdo con la clasificación que se expresa en la norma EN ISO 13788:2002 se establecen las siguientes categorías:

- 1- espacios de clase de higrometría 5: espacios en los que prevea una gran producción de humedad, tales como lavanderías y piscinas.
- 2- espacios de clase de higrometría 4: espacios en los que se prevea una alta producción de humedad, tales como cocinas industriales, restaurantes, pabellones deportivos, duchas colectivas u otros de uso similar.
- 3- espacios de clase de higrometría 3 o inferior: espacios en los que no se prevea una alta producción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales y el resto de los espacios no indicados anteriormente.

3.3 DEFINICIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA DEL EDIFICIO Y CLASIFICACIÓN DE SUS COMPONENTES

La envolvente térmica del edificio está compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios *habitables* con el ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio) y por todas las particiones interiores que limitan los espacios *habitables* con los espacios *no habitables* que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Los cerramientos y particiones interiores de los espacios *habitables* se clasifican según su situación en las siguientes categorías:

- 1- cubiertas, comprenden aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación sea inferior a 60° respecto a la horizontal.
- 2- suelos, comprenden aquellos cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados que estén en contacto con el aire, con el terreno, o con un espacio no habitable.
- 3- fachadas, comprenden los cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación sea superior a 60° respecto a la horizontal. La orientación de una fachada se caracteriza mediante el ángulo α que es el formado por el norte geográfico y la normal exterior de la fachada, medido en sentido horario.

- 4- medianerías, comprenden aquellos cerramientos que lindan con otros edificios ya construidos o que se construyan a la vez y que conformen una división común. Si el edificio se construye con posterioridad el cerramiento se considerará, a efectos térmicos, una fachada.
- 5- cerramientos en contacto con el terreno, comprenden aquellos cerramientos distintos a los anteriores que están en contacto con el terreno.
- 6- particiones interiores, comprenden aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que separan el interior del edificio en diferentes recintos.

Los cerramientos de los espacios habitables se clasifican según su diferente comportamiento térmico y cálculo de sus parámetros característicos en las siguientes categorías:

- 1- cerramientos en contacto con el aire:
 - i)- parte opaca, constituida por muros de fachada, cubiertas, suelos en contacto con el aire y los puentes térmicos integrados.
 - ii)- parte semitransparente, constituida por huecos (ventanas y puertas) de fachada y lucernarios de cubiertas.
- 2- cerramientos en contacto con el terreno, clasificados según los tipos siguientes:
 - i)- suelos en contacto con el terreno.
 - ii)- muros en contacto con el terreno.
 - iii)- cubiertas enterradas.
- 3- particiones interiores en contacto con espacios *no habitables*, clasificados según los tipos siguientes:
 - i)- particiones interiores en contacto con cualquier espacio *no habitable* (excepto cámaras sanitarias).
 - ii)- suelos en contacto con cámaras sanitarias.

3.4 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio se sitúa en el Soto de Lezkairu (Pamplona), entre las calles Bardenas Reales y Cataluña.

La distribución del edificio es la siguiente:

- Planta Garaje: Consta de el garaje, trasteros, ascensores y escaleras.
 - Superficie total: 1221,97 m²
- Planta Baja: Consta de diez viviendas, patios interiores, portal y distribuidor.
 - Superficie total: 1295,35 m²

- Viviendas tipo A: 367,50 m² (73,5m² por vivienda)
- Viviendas tipo B: 375,00 m² (75 m² por vivienda)
- Patios interiores: 228,80 m²
- Portal-Distribuidor: 324,05 m²
- Planta Primera: Consta de doce viviendas, patios interiores y distribuidor.
 - Superficie total: 1271,55 m²
 - Viviendas tipo A: 367,50 m² (73,5m² por vivienda)
 - Viviendas tipo B: 375,00 m² (75 m² por vivienda)
 - Vivienda tipo C: 76,50 m²
 - Vivienda tipo D: 75,20 m²
 - Patios interiores: 228,80 m²
 - Distribuidor: 148,55 m²
- Planta Segunda: Consta de doce viviendas, patios interiores y distribuidor.
 - Superficie total: 1271,55 m²
 - Viviendas tipo A: 367,50 m² (73,5m² por vivienda)
 - Viviendas tipo B: 375,00 m² (75 m² por vivienda)
 - Vivienda tipo C: 76,50 m²
 - Vivienda tipo D: 75,20 m²
 - Patios interiores: 228,80 m²
 - Distribuidor: 148,55 m²

Todos los tipos de viviendas tienen la misma distribución, lo único que cambia son los metros cuadrados de cada habitáculo.

BANDA HABITADA					BANDA DE SERVICIO					TOTAL
ESTAR	DORM. 1	DORM. 2	DORM. 3	DISTRIB.	VESTIB.	COCINA	LAV.(50%)	BAÑO 1	BAÑO 2	
18,00	12,30	9,20	7,85	5,30	5,80	5,30	1,85	4,80	4,10	73,50
18,00	12,30	9,20	7,85	5,80	5,80	5,30	1,85	4,80	4,10	75,00
19,30	12,70	9,55	7,40	3,30	5,25	6,80	2,00	5,10	5,10	76,50
18,00	12,70	9,55	7,40	3,30	5,25	6,80	2,00	5,10	5,10	75,20

El área total del edificio es de 5060,42 m², siendo el área a climatizar de 2383,60 m² correspondientes a las viviendas.

3.5 DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS

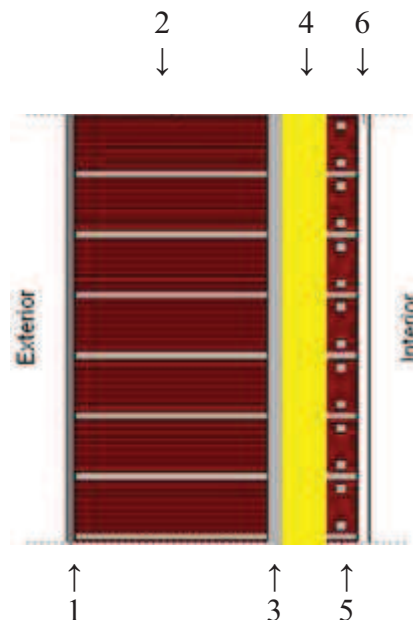
Los cerramientos se dividen en

1. Cerramientos en contacto con el aire exterior:
 - 1.- Muro exterior.
 - 2.- Separación de viviendas con el patio interior.
 - 3.- Cubierta del edificio.
2. Cerramientos en contacto con espacios no habitables:
 - 1.- Separación de las viviendas con el rellano y las escaleras.
 - 2.- Suelo entre garaje y planta baja.
3. Cerramientos en contacto con el terreno.
4. Pilares
5. Huecos y lucernarios:
 - 1.- Puertas.
 - 2.- Ventanas.

3.5.1 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR

Hay tres tipos de cerramientos:

- Muro exterior



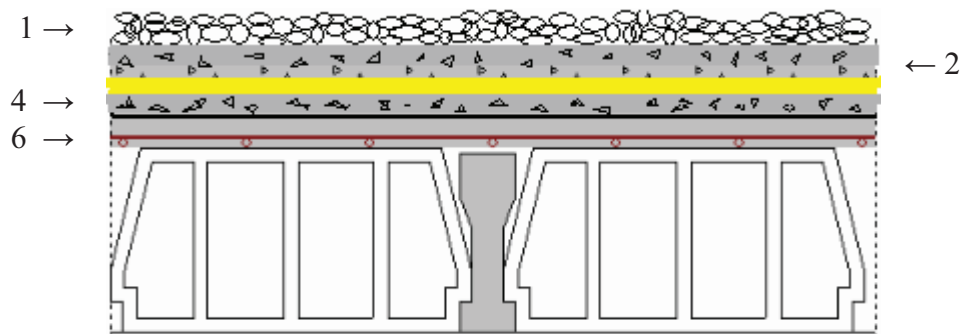
- 1- Mortero de cemento ($1250 < d < 1450$) - (1,5cm).
- 2- BC con mortero aislante - (24cm)
- 3- Enfoscado de mortero de cemento - (2cm).
- 4- MW Lana mineral ($0,04 \text{ W/mK}$) - (6cm).
- 5- Tabique de ladrillo hueco simple - (4cm).
- 6- Enlucido de yeso ($1000 < d < 1300$) - (2cm).

- Separación de viviendas con el patio interior



- 1- Mortero de cemento ($1250 < d < 1450$) - (1,5cm).
- 2- BC con mortero aislante - (24cm).
- 3- MW Lana mineral ($0,04 \text{ W/mK}$) - (6cm).
- 4- Tabique de ladrillo hueco simple - (4cm).
- 5- Enlucido de yeso- ($1000 < d < 1300$) - (2cm).

- Cubierta del edificio



- 1- Protección pesada con gravilla (15mm Diám.) - (5cm).
- 2- Mortero de protección M4 - (5cm).
- 3- MW Lana mineral ($0,04 \text{ W/mK}$) - (8cm).
- 4- Mortero de regulación M4 - (5cm).
- 5- Lámina asfáltica autoprotegida - (0,4cm).
- 6- Hormigón ligero de arlita - (12cm).
- 7- Forjado unidireccional de hormigón - (30cm).
- 8- Enlucido de yeso aislante ($500 < d < 600$) - (2cm).

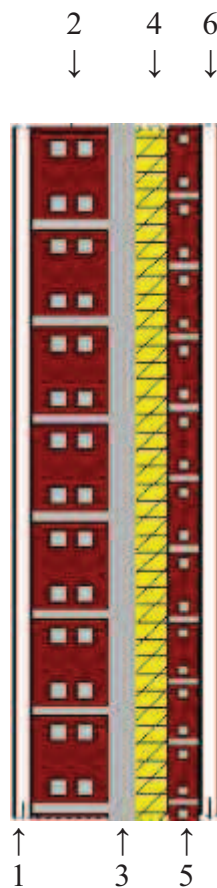
3.5.2 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

Los cerramientos de este tipo que hay están dispuestos para la zona de aparcamiento y puesto que esta es una zona no habitable no los tenemos en cuenta para nuestros cálculos.

3.5.3 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES

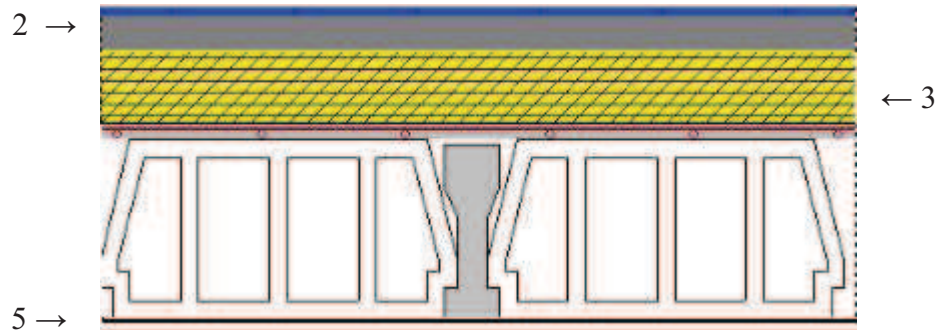
Hay dos tipos de cerramientos

- Separación de las viviendas con el rellano y las escaleras



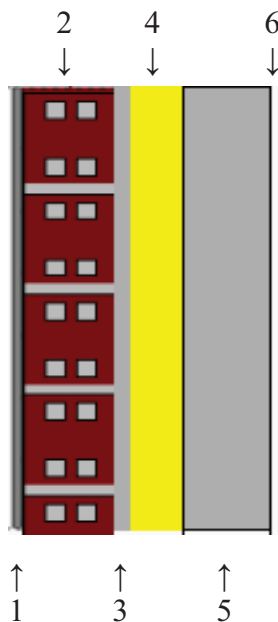
- 1- Revestimiento de yeso – (2cm).
- 2- Tabicón de ladrillo hueco doble – (7cm).
- 3- Enfoscado de mortero de cemento – (2cm):
- 4- MW Lana mineral (0,04 W/mK) - (6cm).
- 5- Tabique de ladrillo hueco simple - (4cm).
- 6- Enlucido de yeso ($1000 < d < 1300$) - (1,5cm).

- Separación entre garaje y planta baja



- 1- Plaqueta o baldosa cerámica - (2,5cm).
- 2- Mortero de cemento ($1800 < d < 2000$) - (4cm).
- 3- MW Lana mineral ($0,04W/mK$) - (6cm).
- 4- Forjado unidireccional de hormigón - (30cm).
- 5- Enlucido de yeso ($d < 1000$) - (1,5cm).

3.5.4 PILARES



- 1- Mortero de cemento ($1250 < d < 1450$) - (1,5cm).
- 2- Ladrillo hueco doble - (11,5cm).
- 3- Enfoscado de mortero de cemento - (1,5cm).
- 4- MW Lana mineral ($0,04W/mK$) - (6cm).
- 5- Pilar de hormigón armado - (30cm).
- 6- Enlucido de yeso ($1000 < d < 1300$) - (1,5cm).



3.5.5 HUECOS Y LUCERNARIOS

Hay un tipo de puerta

1. **Puerta de entrada a la vivienda:** puerta de madera de pino.

Hay un tipo de ventana

1. **Ventana** de PVC (con tres cámaras) de color gris claro, acristalamiento doble con cámara de aire (4mm + 12mm + 4mm).

4. DESCRIPCIÓN DE LOS CÁLCULOS DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

4.1 DETERMINACIÓN DE LA ZONA CLIMÁTICA

La zona climática de cualquier localidad en la que se ubiquen los edificios se obtiene de la tabla D.1 (Documento Básico HE, Ahorro de energía) en función de la diferencia de altura que exista entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de su provincia. Si la diferencia de altura fuese menor de 200 m o la localidad se encontrase a una altura inferior que la de referencia, se tomará, para dicha localidad, la misma zona climática que la corresponde a la capital de provincia.

Tabla D.1.- Zonas climáticas

Capital de provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	D1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de Gran Canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa Cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	965	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

4.2 TRANSMITANCIA TÉRMICA

4.2.1 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR

Este cálculo es aplicable a la parte opaca de todos los cerramientos en contacto con el aire exterior tales como muros de fachada, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior. De la misma forma se calcularán los puentes térmicos integrados en los citados cerramientos cuya superficie sea superior a $0,5 \text{ m}^2$, despreciándose en este caso los efectos multidimensionales del flujo de calor.

La transmitancia térmica U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_t} \quad (\text{W}/\text{m}^2\text{K})$$

Siendo R_t ($\text{m}^2\text{K}/\text{W}$), la resistencia térmica total del componente constructivo.

La resistencia térmica total R_t de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

$$R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Siendo R_1, R_2, \dots, R_n las resistencias térmicas de cada capa.

R_{si} y R_{se} las resistencias térmicas superficiales del aire interior y exterior.

La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea:

$$R = \frac{e}{\lambda} \quad (\text{m}^2\text{K}/\text{W})$$

Siendo e el espesor de la capa (m).

λ la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, calculada a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001 o tomada de Documentos Reconocidos (W/mK).

R_{si} y R_{se} se calculan con la siguiente tabla

Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en $\text{m}^2\text{K/W}$

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	Rse	Rsi
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente	0,04	0,17

Hay que tener en cuenta por su resistencia térmica las cámaras de aire:

- Cámaras de aire sin ventilar, en las que no existe ningún sistema específico para el flujo del aire a través de ella.

Tabla E.2 Resistencias térmicas de cámaras de aire en $\text{m}^2 \text{K/W}$

e (cm)	Sin ventilar	
	horizontal	vertical
1	0,15	0,15
2	0,16	0,17
5	0,16	0,18

- Cámaras de aire ligeramente ventiladas, son aquellas similares a las anteriores pero con unas aberturas con dimensiones normalizadas.
- Cámaras de aire muy ventiladas, la resistencia térmica total del cerramiento se obtendrá despreciando la resistencia térmica de la cámara de aire y las de las demás capas entre la cámara de aire y el ambiente exterior, e incluyendo una resistencia superficial exterior correspondiente al aire en calma, igual a la resistencia superficial interior del mismo elementos.

4.2.2 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

4.2.2.1 SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

Existen dos casos:

CASO 1

Soleras o losas apoyadas sobre el nivel del terreno o como máximo 0,50 m por debajo de éste.

CASO 2

Soleras o losas a una profundidad superior a 0,5 m respecto al nivel del terreno.

En el caso de mi edificio el caso 1 no existe y el caso 2 sí, pero como se cumple en el garaje y éste es un espacio no habitable no realizamos el cálculo

4.2.2.2 MUROS EN CONTACTO CON EL TERRENO

En el edificio el único muro que se encuentra en contacto con el terreno es el del garaje y como es un espacio no habitable no realizamos el cálculo.

4.2.2.3 CUBIERTAS ENTERRADAS

En el edificio no existe cubierta enterrada por lo que no se realiza ningún cálculo.

4.2.3 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES

4.2.3.1 PARTICIONES INTERIORES

Se excluyen de este apartado los vacíos o cámaras sanitarias.

La transmitancia térmica U (W/m^2K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = U_p \cdot b$$

Siendo U_p la transmitancia térmica de la partición interior en contacto con el espacio no habitable, calculada según el apartado 4.2.1, tomando como resistencias superficiales los valores de la tabla E.6.

- b el coeficiente de reducción de temperatura (relacionado al espacio no habitable) obtenido por la tabla E.7 para los casos concretos que se citan



Tabla E.6 Resistencias térmicas superficiales de *particiones interiores* en m²K/W

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}
<i>Particiones interiores</i> verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal	0,13	0,13
<i>Particiones interiores</i> horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente	0,10	0,10
<i>Particiones interiores</i> horizontales y flujo descendente	0,17	0,17

El coeficiente de reducción de temperatura b para espacios adyacentes no habitables (trasteros, despensas, garajes adyacentes...) y espacios no acondicionados bajo cubierta inclinada se podrá obtener de la tabla E.7 (Documento Básico HE1, Ahorro de energía) en función de:

- La situación del aislamiento térmico y la relación de áreas entre la partición interior y el cerramiento (A_{iu} / A_{ue}). Figura E.6 (DB-HE1, Ahorro de energía).

Tabla E.7 Coeficiente de reducción de temperatura b

A_{iu}/A_{ue}	No aislado _{ue} -Aislado _{iu}		No aislado _{ue} -No aislado _{iu}		Aislado _{ue} -No aislado _{iu}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0.25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0.25 ≤ 0.50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0.50 ≤ 0.75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0.75 ≤ 1.00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1.00 ≤ 1.25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1.25 ≤ 2.00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2.00 ≤ 2.50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2.50 ≤ 3.00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3.00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

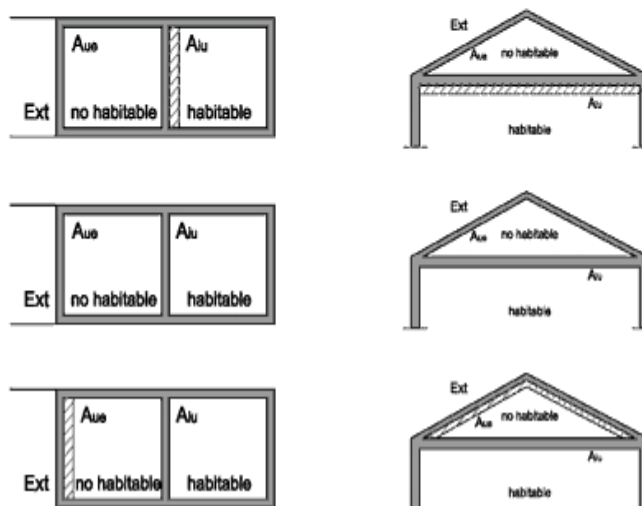


Figura E.6 Espacios habitables en contacto con espacios no habitables

NOTA

ue se refiere al cerramiento entre el espacio no habitable y el exterior.

iu se refiere a la partición interior entre el espacio habitable y el espacio no habitable.

- Del grado de ventilación del espacio

Se distinguen dos grados de ventilación en función del nivel de estanqueidad del espacio definido en la tabla E.8 (DB-HE1, Ahorro de energía).

CASO 1 espacio ligeramente ventilado, que comprende aquellos espacios con un nivel de estanqueidad 1, 2 o 3.

CASO 2 espacio muy ventilado, que comprende aquellos espacios con un nivel de estanqueidad 4 o 5.

Tabla E.8

	Nivel de estanqueidad	h^{-1}
1	Ni puertas, ni ventanas, ni aberturas de ventilación	0
2	Todos los componentes sellados, sin aberturas de ventilación	0,5
3	Todos los componentes bien sellados, pequeñas aberturas de ventilación	1
4	Poco estanco, a causa de juntas abiertas o presencia de aberturas de ventilación permanentes	5
5	Poco estanco, con numerosas juntas abiertas o aberturas de ventilación permanentes grandes o numerosas	10

El coeficiente de reducción de temperatura b , para el resto de espacios no habitables, se define mediante la siguiente expresión:

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

Siendo H_{ue} el coeficiente de pérdida del espacio no habitable hacia el exterior (W/m).

H_{iu} el coeficiente de pérdida del espacio habitable hacia el no habitable (W/m).

H_{ue} y H_{iu} incluyen las pérdidas por transmisión y por renovación de aire. Se calculan:

$$H_{ue} = \sum U_{ue} A_{ue} + 0,34 Q_{ue}$$

$$H_{iu} = \sum U_{iu} A_{iu} + 0,34 Q_{iu}$$

Siendo U_{ue} la transmitancia térmica del cerramiento del espacio no habitable en contacto con el ambiente exterior (W/m²K).

U_{iu} la transmitancia térmica del cerramiento del espacio habitable en contacto con el no habitable (W/m²K).

A_{ue} el área del cerramiento del espacio no habitable en contacto con el ambiente exterior.

A_{iu} el área del cerramiento del espacio habitable en contacto con el no habitable.

Q_{ue} el caudal de aire entre el exterior y el espacio no habitable (m³/h).

Q_{iu} el caudal de aire entre el espacio no habitable y el espacio habitable (m³/h).

Para el cálculo del caudal del aire Q_{ue} se utilizarán los valores del apartado 2 de la Sección HS3 del DB “Salubridad”. En ausencia de datos podrán utilizar los valores de renovaciones hora (h^{-1}) contenidos en la tabla E.8 (DB-HE1, Ahorro de energía) multiplicados por el volumen del espacio no habitable. (La tabla E.8 está puesta anteriormente).

Alternativamente, para un cálculo más detallado de la transmitancia térmica U podrá utilizarse la metodología descrita en la norma UNE EN ISO 13 789:2001.

4.2.3.2 SUELOS EN CONTACTO CON CAMARAS SANITARIAS

Como mi edificio no hay suelos en contacto con cámaras sanitarias no realizamos ningún cálculo.

4.2.4 HUECOS Y LUCERNARIOS

La transmitancia térmica de los huecos U_H (W/m^2K) se determinará mediante la siguiente expresión:

$$U_H = (1-FM) U_{H,V} + FM U_{H,m}$$

Siendo $U_{H,V}$ la transmitancia térmica de la parte semitransparente (W/m^2K).

$U_{H,m}$ la transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario, o puerta (W/m^2K).

FM la fracción del hueco ocupada por el marco.

En ausencia de datos, la transmitancia térmica de la parte semitransparente $U_{H,V}$ podrá obtenerse según la norma UNE EN ISO 10 077-1:2001.

Para los valores límite usamos la siguiente tabla:

ZONA CLIMÁTICA D1

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno $U_{Mlim}: 0,66 W/m^2 K$
 Transmitancia límite de suelos $U_{Slim}: 0,49 W/m^2 K$
 Transmitancia límite de cubiertas $U_{Clim}: 0,38 W/m^2 K$
 Factor solar modificado límite de lucernarios $F_{Llim}: 0,36$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m^2K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
					Carga interna baja			Carga interna alta		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,54	-	0,58
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	-	-	-	0,45	-	0,49
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	-	-	-	0,40	0,57	0,44

4.3 FACTOR SOLAR MODIFICADO DE HUECOS Y LUCERNARIOS

El factor solar modificado en el hueco F_H o en el lucernario F_L se determinará utilizando la siguiente expresión:

$$F = F_s [(1 - FM) g_{\perp} + FM 0,04 U_m \alpha]$$

Siendo F_s el factor de sombra del hueco o lucernario (Tablas E.11 a E.15, DB-HE1, Ahorro de energía) en función del dispositivo de sombra o mediante simulación. $F_s = 1$ si no se justifica adecuadamente.

F_M la fracción del hueco ocupada por el marco en el caso de ventanas o la fracción de parte maciza en el caso de puertas.

g_{\perp} el factor solar de la parte semitransparente del hueco o lucernario a incidencia normal. El factor solar puede ser obtenido por el método descrito en la norma UNE EN 410:1998.

U_m la transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario (W/m^2K).

α la absorptividad del marco obtenida de la tabla E.10 en función de su color.

Tabla E.10 Absortividad del marco para radiación solar α

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	---
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	---
Negro	---	0,96	---

En mi edificio todas las ventanas están retranqueadas menos las de la fachada norte, por lo que la tabla que utilizo para hallar el factor de sombra F_s es la E.12 (tabla del DB-HE1, Ahorro de energía).

4.4 CONDENSACIONES

4.4.1 CONDICIONES EXTERIORES PARA EL CÁLCULO DE CONDENSACIONES

Se tomarán como temperatura exterior y humedad relativa exterior los valores medios mensuales de la localidad donde se ubique el edificio.

Para las capitales de provincia, los valores que se usarán serán los de la tabla G.2 (DB-HE1, Ahorro de energía).

En caso de no ser capital de provincia y no tenga registros climáticos contrastados, se supondrá que la temperatura exterior es igual a la de la capital de provincia correspondiente minorada en $1^{\circ}C$ por cada 100 m de diferencia de altura entre ambas localidades. La humedad relativa para esas localidades se calculará suponiendo que su humedad absoluta es igual a la de su capital de provincia.



Si la localidad se encuentra a menor altura que la de referencia se tomará para dicha localidad la misma temperatura y humedad que la que corresponde a la capital de provincia.

Tabla G.2 Datos climáticos mensuales de capitales de provincia, T en °C y HR en %

Localidad		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Albacete	T _{max}	5,0	6,3	8,5	10,9	15,3	20,0	24,0	23,7	20,0	14,1	8,5	5,3
	HR _{max}	78	70	62	60	54	50	44	50	58	70	77	79
Alicante	T _{max}	11,6	12,4	13,8	15,7	18,6	22,2	25,0	25,5	23,2	19,1	15,0	12,1
	HR _{max}	67	65	63	65	65	64	64	68	69	70	69	68
Almería	T _{max}	12,4	13,0	14,4	16,1	18,7	22,3	25,5	26,0	24,1	20,1	16,2	13,3
	HR _{max}	70	68	66	65	67	65	64	66	66	69	70	69
Ávila	T _{max}	3,1	4,0	5,6	7,6	11,5	16,0	19,9	19,4	16,5	11,2	6,0	3,4
	HR _{max}	75	70	62	61	55	50	39	40	50	65	73	77
Badajoz	T _{max}	8,7	10,1	12,0	14,2	17,9	22,3	25,3	25,0	22,6	17,4	12,1	9,0
	HR _{max}	80	76	69	66	60	55	50	50	57	68	77	82
Barcelona	T _{max}	8,8	9,5	11,1	12,8	16,0	19,7	22,9	23,0	21,0	17,1	12,5	9,6
	HR _{max}	73	70	70	70	72	70	69	72	74	74	74	71
Bilbao	T _{max}	8,9	9,6	10,4	11,8	14,6	17,4	19,7	19,8	18,8	16,0	11,8	9,5
	HR _{max}	73	70	70	72	71	72	73	75	74	74	74	74
Burgos	T _{max}	2,6	3,9	5,7	7,6	11,2	15,0	18,4	18,3	15,8	11,1	5,8	3,2
	HR _{max}	86	80	73	72	69	67	61	62	67	76	83	86
Caceres	T _{max}	7,8	9,3	11,7	13,0	16,6	22,3	26,1	25,4	23,6	17,4	12,0	8,6
	HR _{max}	55	53	60	63	65	76	76	76	78	74	65	57
Cádiz	T _{max}	12,8	13,5	14,7	16,2	18,7	21,5	24,0	24,5	23,5	20,1	16,1	13,3
	HR _{max}	77	75	70	71	71	70	69	69	70	73	76	77
Castellón	T _{max}	10,1	11,1	12,7	14,2	17,2	21,3	24,1	24,5	22,3	18,3	13,5	11,2
	HR _{max}	68	66	64	66	67	66	66	69	71	71	73	69
Ceuta	T _{max}	11,5	11,6	12,6	13,9	16,3	18,8	21,7	22,2	20,2	17,7	14,1	12,1
	HR _{max}	87	87	88	87	87	87	87	87	89	89	88	88
Ciudad Real	T _{max}	5,7	7,2	9,6	11,9	16,0	20,8	25,0	24,7	21,0	14,8	9,1	5,9
	HR _{max}	80	74	66	65	59	54	47	48	57	68	78	82
Córdoba	T _{max}	9,5	10,9	13,1	15,2	19,2	23,1	26,9	26,7	23,7	18,4	12,9	9,7
	HR _{max}	80	75	67	65	58	53	46	49	55	67	76	80
A Coruña	T _{max}	10,2	10,5	11,3	12,1	14,1	16,4	18,4	18,9	18,1	15,7	12,7	10,9
	HR _{max}	77	76	74	76	78	79	79	79	79	79	79	78
Cuenca	T _{max}	4,2	5,2	7,4	9,6	13,6	18,2	22,4	22,1	18,6	12,9	7,6	4,8
	HR _{max}	78	73	64	62	58	54	44	46	56	68	76	79
Girona	T _{max}	6,8	7,9	9,8	11,6	15,4	19,4	22,8	22,4	19,9	15,2	10,2	7,7
	HR _{max}	77	73	71	71	70	67	62	68	72	76	77	75
Granada	T _{max}	6,5	8,4	10,5	12,4	16,3	21,1	24,3	24,1	21,1	15,4	10,6	7,4
	HR _{max}	76	71	64	61	56	49	42	42	53	62	73	77
Guadalajara	T _{max}	5,5	6,8	8,8	11,6	15,3	19,8	23,5	22,8	19,5	14,1	9,0	5,9
	HR _{max}	80	76	69	68	67	62	53	54	61	72	79	81
Huelva	T _{max}	12,2	12,8	14,4	16,5	19,2	22,2	25,3	25,7	23,7	20,0	15,4	12,5
	HR _{max}	76	72	66	63	60	59	54	54	60	67	72	75
Huesca	T _{max}	4,7	6,7	9,0	11,3	15,3	19,5	23,3	22,7	19,7	14,6	8,7	5,3
	HR _{max}	80	73	64	63	60	56	48	53	61	70	78	81
Jaén	T _{max}	8,7	9,9	12,0	14,3	18,5	23,1	27,2	27,1	23,6	17,6	12,2	8,7
	HR _{max}	77	72	67	64	59	53	44	45	55	67	75	77
León	T _{max}	3,1	4,4	6,6	8,6	12,1	16,4	19,7	19,1	16,7	11,7	6,8	3,8
	HR _{max}	81	75	66	63	60	57	52	53	60	72	78	81
Lleida	T _{max}	5,5	7,8	10,3	13,0	17,1	21,2	24,6	24,0	21,1	15,7	9,2	5,8
	HR _{max}	81	69	61	56	55	54	47	54	62	70	77	82
Logroño	T _{max}	5,8	7,3	9,4	11,5	15,1	19,0	22,2	21,8	19,2	14,4	9,1	6,3
	HR _{max}	75	68	62	61	59	56	55	56	61	69	73	76
Lugo	T _{max}	5,8	6,5	7,8	9,5	11,7	14,9	17,2	17,5	16,0	12,5	8,6	6,3
	HR _{max}	85	81	77	77	76	76	75	75	77	82	84	85
Madrid	T _{max}	6,2	7,4	9,9	12,2	16,0	20,7	24,4	23,9	20,5	14,7	9,4	6,4
	HR _{max}	71	66	56	55	51	46	37	39	50	63	70	73
Málaga	T _{max}	12,2	12,8	14,0	15,8	18,7	22,1	24,7	25,3	23,1	19,1	15,1	12,6
	HR _{max}	71	70	66	65	61	59	60	63	65	70	72	72
Melilla	T _{max}	13,2	13,8	14,6	15,9	18,3	21,5	24,4	25,3	23,5	20,0	16,6	14,1
	HR _{max}	72	72	71	70	69	68	67	68	72	75	74	73
Murcia	T _{max}	10,6	11,4	12,6	14,5	17,4	21,0	23,9	24,6	22,5	18,7	14,3	11,3
	HR _{max}	72	69	69	68	70	71	72	74	73	73	73	73
Ourense	T _{max}	7,4	9,3	10,7	12,4	15,3	19,3	21,9	21,7	19,8	15,0	10,6	8,2
	HR _{max}	83	75	69	70	67	64	61	62	64	73	83	84
Oviedo	T _{max}	7,5	8,5	9,5	10,3	12,8	15,8	18,0	18,3	17,4	14,0	10,4	8,7
	HR _{max}	77	75	74	77	79	80	80	80	78	78	78	76
Palencia	T _{max}	4,1	5,6	7,5	9,5	13,0	17,2	20,7	20,3	17,9	13,0	7,6	4,4
	HR _{max}	84	77	71	70	67	64	58	59	63	73	80	85
Palma de Mallorca	T _{max}	11,6	11,8	12,9	14,7	17,6	21,8	24,6	25,3	23,5	20,0	15,6	13,0
	HR _{max}	71	69	68	67	69	69	67	71	73	72	72	71
Palmas, Las	T _{max}	17,5	17,6	18,3	18,7	19,9	21,4	23,2	24,0	23,9	22,5	20,4	18,3
	HR _{max}	68	67	65	66	65	67	66	67	69	70	70	68
Pamplona	T _{max}	4,5	6,5	8,0	9,9	13,3	17,3	20,5	20,3	18,2	13,7	8,3	5,7
	HR _{max}	80	73	68	66	66	62	58	61	61	68	76	79
Pontevedra	T _{max}	9,9	10,7	11,9	13,6	15,4	18,8	20,7	20,5	19,1	16,1	12,6	10,3
	HR _{max}	74	73	69	67	68	66	65	65	69	72	73	74
S. Sebastian	T _{max}	7,9	8,5	9,4	10,7	13,5	16,1	18,4	18,7	18,0	15,2	10,9	8,6
	HR _{max}	76	74	74	79	79	82	82	83	79	76	76	76
Salamanca	T _{max}	3,7	5,3	7,3	9,6	13,4	17,8	21,0	20,3	17,5	12,3	7,0	4,1
	HR _{max}	85	78	69	66	62	58	50	53	62	74	82	86
Santa Cruz de Tenerife	T _{max}	17,9	18,0	18,6	19,1	20,5	22,2	24,6	25,1	24,4	22,4	20,7	18,8
	HR _{max}	66	66	62	61	60	59	56	58	63	65	67	66
Santander	T _{max}	9,7	10,3	10,8	11,9	14,3	17,0	19,3	19,5	18,5	16,1	12,5	10,5
	HR _{max}	71	71	71	74	75	77	77	78	77	75	73	72
Segovia	T _{max}	4,1	5,2	7,1	9,1	13,1	17,7	21,6	21,2	17,9	12,6	7,3	4,3
	HR _{max}	75	71	65	65	61	55	47	49	55	65	73	78
Sevilla	T _{max}	10,7	11,9	14,0	16,0	19,6	23,4	26,8	26,8	24,4	19,5	14,3	11,1
	HR _{max}	79	75	68	65	59	56	51	52	58	67	76	79
Soria	T _{max}	2,9	4,0	5,8	8,0	11,8	16,1	19,9	19,5	16,5	11,3	6,1	3,4
	HR _{max}	77	73	68	67	64	60	53	54	60	70	76	78
Tarragona	T _{max}	10,0	11,3	13,1	15,3	18,4	22,2	25,3	25,3	22,7	18,4	13,5	10,7
	HR _{max}	66	63	59	59	51	60	59	62	67	70	68	66
Teruel	T _{max}	3,8	4,8	6,8	9,3	12,6	17,5	21,3	20,6	17,9	12,1	7,0	4,5
	HR _{max}	72	67	60	60	60	55	50	54	59	68	71	76
Toledo	T _{max}	6,1	8,1	10,9	12,8	16,8	22,5	26,5	25,7	22,6	16,2	10,7	7,1
	HR _{max}	78	72	59	62	55	47	43	45	54	69	77	81
Valencia	T _{max}	10,4	11,4	12,6	14,5	17,4	21,1	24,0	24,5	22,3	18,3	13,7	10,9
	HR _{max}	63	61	60	62	64	66	67	69	68	67	66	64
Valladolid	T _{max}	4,1	6,1	8,1	9,9	13,3	18,0	21,5	21,3	18,6	12,9	7,6	4,8
	HR _{max}	82	72	62	61	57	52	44	46	53	67	77	83
Vitoria	T _{max}	4,6	6,0	7,2	9,2	12,4	16,6	18,3	18,5	16,5	12,7	7,5	5,0
	HR _{max}	83	78	72	71	71	71	69	70	70	74	81	83
Zamora	T _{max}	4,3	6,3	8,3	10,5	14,0	18,5	21,8	21,3	18,7	13,4	8,1	4,9
	HR _{max}	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Zaragoza	T _{max}	6,2	8,0	10,3	12,8	16,8	21,0</						

4.4.2 CONDICIONES INTERIORES PARA EL CÁLCULO DE CONDENSACIONES

4.4.2.1 CONDENSACIONES SUPERFICIALES

Se tomará una temperatura del ambiente interior igual a 20°C para el mes de enero.

Si se dispone del dato de humedad relativa interior y ésta se mantiene constante, debido por ejemplo a un sistema de climatización, se podrá utilizar dicho dato en el cálculo añadiéndole 0,05 como margen de seguridad.

4.4.2.2 CONDENSACIONES INTERTICIALES

Se tomará una temperatura del ambiente interior igual a 20°C para todos los meses del año, y una humedad relativa del ambiente interior en función de la clase de higrometría del espacio:

- Higrometría 5: 70 %
- Higrometría 4: 62 %
- Higrometría 3 o inferior: 55 %

Si se disponen de los datos de temperatura interior y de humedad relativa interior, se podrán utilizar dichos datos en el cálculo añadiéndole 0,05 a la humedad relativa como margen de seguridad.

4.4.3 COMPROBACIÓN DE LAS CONDENSACIONES

4.4.3.1 CONDENSACIONES SUPERFICIALES

En todos los cerramientos el factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} debe ser superior al factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi,min}$.

Tabla 3.2 Factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi,min}$

Categoría del espacio	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Clase de higrometría 5	80	80	80	90	90
Clase de higrometría 4	66	66	69	75	78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0,50	52	56	61	64

El cumplimiento de los valores de transmitancia máxima de la tabla 2.1 aseguran, para los cerramientos y particiones interiores de los espacios de clase de higrometría 4 o inferior, la verificación de la condición anterior. No obstante, debe comprobarse en los puentes térmicos.

No habrá que comprobar en las particiones interiores que lindan con espacios no habitables donde se prevea una escasa producción de vapor de agua, así como los cerramientos y suelos en contacto con el terreno.

Factor de temperatura de la superficie interior de un cerramiento

El factor de temperatura se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$f_{Rsi} = 1 - U \cdot 0,25$$

Siendo U la transmitancia térmica del cerramiento, partición interior o puente térmico integrado en el cerramiento calculada por el procedimiento descrito en el apartado E.1 (W/m^2K).

Factor de temperatura de la superficie interior mínimo

El factor de temperatura mínimo se calcula con la siguiente ecuación:

$$f_{Rsi,min} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{20 - \theta_e}$$

Siendo θ_e la temperatura exterior de la localidad en enero ($^{\circ}C$).

$\theta_{si,min}$ la temperatura superficial interior mínima ($^{\circ}C$).

$\theta_{si,min}$ se calcula con la siguiente ecuación:

$$\theta_{si,min} = \frac{237,3 \log\left(\frac{P_{sat}}{610,5}\right)}{17,269 - \log_e\left(\frac{P_{sat}}{610,5}\right)}$$

Siendo P_{sat} la presión de saturación máxima aceptable en la superficie (Pa).

P_{sat} se calcula con la siguiente ecuación:

$$P_{sat} = \frac{P_i}{0,8}$$

Siendo P_i la presión de vapor (Pa).

P_i se calcula con la siguiente expresión:

$$P_i = \phi_i \cdot 2337$$

Siendo ϕ_i la humedad relativa interior (en tanto por 1).

4.4.3.2 CONDENSACIONES INTERSTICIALES

Se debe comprobar que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación.

No habrá que comprobar los cerramientos en contacto con el terreno y los cerramientos que dispongan de barrera contra el paso de vapor de agua en la parte caliente del cerramiento. Para particiones interiores en contacto con espacios no habitables en los que se prevea gran producción de humedad, se colocará la barrera de vapor en el lado de dicho espacio no habitable.

Distribución de temperatura

Para el cálculo de la distribución de temperatura hay que seguir el siguiente procedimiento:

- Cálculo de la resistencia térmica total del elemento constructivo.
- Cálculo de la temperatura superficial exterior θ_{se} :

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{SE}}{R_T} (\theta_i - \theta_e)$$

Siendo θ_e la temperatura exterior media de la localidad en la que se ubica el edificio en el mes de enero (°C).

θ_i la temperatura interior (°C).

R_T la resistencia térmica total del elemento constructivo (m²K/W).

R_{SE} la resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior (m²K/W).

- Cálculo de la temperatura en cada una de las capas que componen el elemento constructivo:

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_T} (\theta_i - \theta_e)$$

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_T} (\theta_i - \theta_e)$$

.....

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_T} (\theta_i - \theta_e)$$

- Cálculo de la temperatura superficial interior θ_{si} :

$$\theta_{si} = \theta_n + \frac{R_{si}}{R_T} (\theta_i - \theta_e)$$

Siendo R_{si} la resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior (m²K/W).

Distribución de la presión de vapor de saturación

Se determinará la distribución de la presión de vapor de saturación a lo largo de un muro formado por varias capas, a partir de la distribución de temperaturas obtenida anteriormente.

- Si la temperatura (θ) es mayor o igual a 0°C: $P_{sat} = 610,5 e^{\frac{17,269\theta}{237,3+\theta}}$
- Si la temperatura (θ) es menor que 0°C: $P_{sat} = 610,5 e^{\frac{21,875\theta}{265,5+\theta}}$

Distribución de presión de vapor

La distribución de presión de vapor se calcula con las siguientes ecuaciones:

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e)$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e)$$

.....

$$P_n = P_{n-1} + \frac{S_{d(n-1)}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e)$$

- Siendo P_i la presión de vapor del aire interior (Pa).
 P_e la presión de vapor del aire exterior (Pa).
 $P_1 \dots P_{n-1}$ la presión de vapor en cada capa (Pa).
 $S_{d1} \dots S_{d(n-1)}$ el espesor de aire equivalente de cada capa frente a la difusión del vapor de agua (m).

S_{dn} se calcula con la siguiente ecuación:

$$S_{dn} = e_n \mu_n$$

- Siendo e_n el espesor de la capa (m).
 μ_n el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de cada capa.

P_i y P_e se calculan con las siguientes ecuaciones:

$$P_i = \phi_i P_{sat}(\theta_i)$$

$$P_e = \phi_e P_{sat}(\theta_e)$$

- Siendo ϕ_i la humedad relativa del ambiente interior (en tanto por 1).
 ϕ_e la humedad relativa del ambiente exterior (en tanto por 1).

4.5 FICHAS JUSTIFICATIVAS

Después de hallar todos los datos anteriores referentes a la demanda energética ya se puede rellenar las fichas justificativas de la opción simplificada. Las fichas justificativas se encuentran en el Apéndice H del Documento Básico HE1, Ahorro de energía.

4.5.1 FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA D1	ZONA DE BAJA CARGA INTERNA
-----------------------------	-----------------------------------

MUROS (U_{Mm})				
Tipos	A (m^2)	U (W/m^2K)	AxU (W/K)	Resultados
N				$\Sigma A =$
				$\Sigma AxU =$
				$U_{Mm} = \Sigma AxU / \Sigma A =$
E				$\Sigma A =$
				$\Sigma AxU =$
				$U_{Mm} = \Sigma AxU / \Sigma A =$
O				$\Sigma A =$
				$\Sigma AxU =$
				$U_{Mm} = \Sigma AxU / \Sigma A =$
S				$\Sigma A =$
				$\Sigma AxU =$
				$U_{Mm} = \Sigma AxU / \Sigma A =$
				$\Sigma A =$
				$\Sigma AxU =$
				$U_{Mm} = \Sigma AxU / \Sigma A =$

SUELOS (U_{Sm})				
Tipos	A (m^2)	U (W/m^2K)	AxU (W/K)	Resultados
				$\Sigma A =$
				$\Sigma AxU =$
				$U_{Sm} = \Sigma AxU / \Sigma A =$

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{Cm}, F_{Lm})				
Tipos	A (m^2)	U (W/m^2K)	AxU (W/K)	Resultados
				$\Sigma A =$
				$\Sigma AxU =$
				$U_{Cm} = \Sigma AxU / \Sigma A =$

HUECOS (U_{Hm} , F_{Hm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² K)	AxU (W/K)	Resultados
N					$\Sigma A =$ $\Sigma AxU =$ $U_{Hm} = \Sigma AxU / \Sigma A =$

Tipos		A	U	F	AxU	AxF	Resultados
E							$\Sigma A =$ $\Sigma AxU =$ $\Sigma AxF =$ $U_{Hm} = \Sigma AxU / \Sigma A =$ $F_{Hm} = \Sigma AxF / \Sigma A =$
O							$\Sigma A =$ $\Sigma AxU =$ $\Sigma AxF =$ $U_{Hm} = \Sigma AxU / \Sigma A =$ $F_{Hm} = \Sigma AxF / \Sigma A =$
S							$\Sigma A =$ $\Sigma AxU =$ $\Sigma AxF =$ $U_{Hm} = \Sigma AxU / \Sigma A =$ $F_{Hm} = \Sigma AxF / \Sigma A =$

Ficha 2 Conformidad – Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	D1	ZONA DE ALTA CARGA INTERNA
----------------	----	----------------------------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{m\acute{a}x}(\text{proyecto})$	$U_{m\acute{a}x}$
Muros de fachada		≤ 0.86
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno		
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables		
Suelos		≤ 0.64
Cubiertas		≤ 0.49
Huecos		≤ 3.5
Medianerías		≤ 1

MUROS DE FACHADA						HUECOS	
	U_{Mm}	U_{Mlim}		U_{Hm}	U_{Hlim}	F_{Hm}	F_{Hlim}
N		≤ 0.66			$\leq 3,5$		En nuestra zona climática no existe F_{Hlim}
E					$\leq 3,5$		
O							
S	0				≤ 3.5		
SE					≤ 3.5		
SO							

SUELOS		CUBIERTAS	
U_{Sm}	U_{Slim}	U_{Cm}	U_{Clim}
	≤ 0.49		≤ 0.38

Ficha

3

Conformidad – Condensaciones

CERRAMIENTOS Y PARTICIONES INTERIORES										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	$f_{Rsi} \geq f_{Rsimin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rsimin}		P_n							
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rsimin}		P_n							
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rsimin}		P_n							
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rsimin}		P_n							
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rsimin}		P_n							
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rsimin}		P_n							

5. CARGAS TÉRMICAS DEL EDIFICIO

Para mantener constante la temperatura de un local calefactado basta con suministrar la potencia calorífica necesaria para equilibrar las pérdidas de calor.

$$Q_0 = Q_T + Q_V + Q_S \text{ (Demanda calorífica total)}$$

Las pérdidas de calor se dividen en:

- Pérdidas de carga por transmisión. (Q_T)
- Pérdidas de carga por infiltración, renovación o ventilación. (Q_V)
- Pérdidas de carga por suplementos. (Q_S)

5.1 Pérdidas de carga por transmisión

Las pérdidas de carga por transmisión son debidas a la diferencia de temperatura entre la parte interior y la parte exterior del cerramiento, ya sea entre un local calefactado y el exterior o bien entre dos locales calefactados a distintas temperaturas. En nuestro caso los locales calefactados están a la misma temperatura.

Las pérdidas de calor por transmisión a través de los cerramientos es el factor principal en la determinación de la demanda calorífica de un local, por lo cual debemos ser muy precisos en su determinación.

Se obtienen por la fórmula siguiente:

$$Q_T = \Sigma [U \times S (t_i - t_e)] \quad (W)$$

Siendo Q_T Pérdidas por transmisión totales.

U Transmitancia térmica.

S Superficie del cerramiento. (m^2)

t_i Temperatura interior. ($^{\circ}C$). La temperatura interior es de $20^{\circ}C$.

t_e Temperatura exterior. ($^{\circ}C$). La temperatura exterior es de $-4^{\circ}C$.

5.2 Pérdidas de carga por infiltración, renovación o ventilación.

Es la aportación calorífica que se suministra para calentar el aire frío del exterior que se introduce en el local, hasta conseguir la temperatura interior de diseño.

El aire exterior se puede introducir dentro de un edificio por los siguientes puntos:

- 1- A través de cerramientos permeables.
- 2- A través de las infiltraciones por rendijas de puertas y ventanas, aun cuando estén cerradas.
- 3- A través de los huecos de puertas y ventanas, cuando están abiertas.

Se calculan con la siguiente expresión:

$$Q_v = V \times 1,25 \times h (t_i - t_e) \quad (W)$$

Siendo Q_v Pérdidas por ventilación o infiltración.

V Volumen de aire infiltrado. (m^3/h).

1,25 Producto de la densidad por el calor específico del aire (KJ/m^3).

h Número de renovaciones/hora.

t_i Temperatura interior de cálculo. ($^{\circ}C$). La temperatura interior es de $20^{\circ}C$.

t_e Temperatura exterior de cálculo. ($^{\circ}C$). La temperatura exterior es de $-4^{\circ}C$.

Tipo de habitación	Número de renovaciones por hora
Locales sin ventana o puertas exteriores	1
Locales con puertas o ventanas exteriores en un lado	1
Locales con puertas o ventanas exteriores en dos lados	1,5
Locales con puertas o ventanas exteriores en tres lados	2
Vestíbulos de entrada	2
Oficinas en general	1,5
Cocinas	de 1 a 2,5
Baños y aseos	de 3 a 5

5.3 PÉRDIDAS DE CARGA POR SUPLEMENTOS

Además de las pérdidas de calor por transmisión y por infiltraciones, renovación o ventilación, que tienen lugar en cualquier cerramiento a calefactar, hay que tener en cuenta también las pérdidas de calor por suplementos. Estas representan un coeficiente de mayoración a la carga total teniendo en cuenta una serie de peculiaridades de cada instalación, que se pueden dar en algunas instalaciones de carácter especial y otras más generalizadas que tienen lugar prácticamente en todas las instalaciones.

En general se consideran tres:

- 1- Por orientación
- 2- Por interrupción de servicio
- 3- Por pared fría

1- Suplemento por orientación: tiene por objeto el compensar la exposición solar del local a caldear, teniendo en cuenta su orientación, siguiendo el siguiente criterio.

ORIENTACIÓN	S	SO	O	NO	N	NE	E	SE
FACTOR SUPLEMENTO %	0	7	15	18	20	15	10	3



2- Suplemento por interrupción de servicio: este suplemento tiene por objeto, el volver a alcanzar el régimen de servicio después de una interrupción en un tiempo racional, lo cual requiere un aumento transitorio de calor.

Se consideran tres grupos de interrupciones:

- Servicio ininterrumpido (hospitales, asilos, viviendas de lujo, etc..)
- Interrupción del servicio de 9 a 12 horas diarias (oficinas, comercios, viviendas, etc...)
- Interrupción del servicio de 12 a 16 horas diarias (escuelas, iglesias, etc...)

El valor de este suplemento, depende de la inercia térmica del edificio y es inverso a la permeabilidad térmica media del mismo.

3- Suplemento por pared fría: sirve para compensar la radiación del local, considerado como un cuerpo caliente, ya que el confort se debe alcanzar en un tiempo no demasiado grande, y este tiempo depende de la permeabilidad media del edificio, este suplemento será mayor cuanto más permeable sea el edificio, desde el punto de vista térmico.

En nuestro caso se considerará un suplemento del 15% para pared fría e interrupción del servicio en conjunto.

Aplicaremos también un **coeficiente de seguridad** de 1,1.

6. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE

6.1 ELECCIÓN DE LOS EMISORES

Los emisores térmicos deben cumplir una serie de condiciones, en general son las siguientes:

- Estar en una situación correcta.
- Los puntos del emisor accesibles para el usuario tengan una temperatura superficial exterior superior a 90 °C, sin que estén protegidos contra contactos casuales.
- La emisión de calor a de ser uniforme y suave.
- Se ha de poder regular su potencia.
- Han de posibilitar un mantenimiento fácil, ser duraderos y económicos.
- Las superficies en las que se pueda acumular polvo han de ser pequeñas.

En nuestro caso los emisores elegidos son radiadores, que pueden ser:

- Radiadores de hierro fundido: se caracterizan por su gran inercia térmica, lo que quiere decir que tardan más tiempo en más tiempo en calentarse, pero también en enfriarse. Es necesario colocar en el circuito un elemento que impida su congelación cuando no se usan ya que estos pueden reventar. Sobre todo los encontraremos en ambientes rústicos o clásicos ya que estéticamente son muy atractivos.

- Radiadores de panel de chapa de acero: son radiadores económicos de buen funcionamiento. Hoy en día la revolución de los sistemas de fabricación ha hecho que también las chapas de acero hayan mejorado, de manera que se ha alargado su vida útil.

- Radiadores de aluminio: son los más solicitados y caros. Las grandes ventajas de estos radiadores radican en su rápido calentamiento y su larga vida útil, aunque, en cuanto se apagan, se enfrían. Además el aluminio es 100 % reciclable y gracias a su peso la instalación es muy práctica y sencilla.

- Radiadores de tubos de acero: la mayor ventaja de estos radiadores es su estética, permite utilizarlo a modo de decoración en la estancia.

En nuestro caso los emisores elegidos son radiadores de aluminio con aberturas de color blanco del modelo DUBAL de la casa ROCA.

Según el fabricante en las instalaciones con radiadores de aluminio se deben tener las siguientes precauciones:

- Colocar siempre en cada radiador un purgador automático PA5-1.
- Tratar el agua de la instalación para mantener el PH entre 5 y 8.
- Evitar que el radiador una vez instalado quede completamente aislado de la instalación, impidiendo que la llave y el detentor queden cerrados simultáneamente por algún tiempo.

Dependiendo de las necesidades caloríficas, el espacio disponible en cuanto a altura y a anchura y la estética se han elegido dos modelos de radiadores.

DUBAL 45: 79,5 Kcal/h (92,4 W)

DUBAL 60: 103,9 Kcal/h (120,8 W)

El suministro de elementos es en bloques de 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12 elementos, los radiadores deben de colocarse en la pared más fría del local (si se puede) y a una distancia mínima de 10 cm del suelo, 4 cm de la pared y en cualquier otra dirección 5cm.(norma IT.IC.17.42).

El cálculo del número de elementos, las características y la elección de que tipo de radiador va en cada local está explicado en el documento cálculos “3.2 Cálculo del número de elementos”.

6.2 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Tipos de sistemas de distribución

- **Instalación monotubo:** en este tipo de instalación los radiadores están conectados en circuitos que se llaman anillos. En los anillos los emisores se instalan en serie, es decir que la salida o retorno del primer emisor se conecta con la entrada o ida del segundo, el retorno o salida de este se conecta con el retorno o ida del tercero, y así sucesivamente hasta un máximo de 5 emisores.

En este tipo de instalación se emplea una llave específica que alimenta a los emisores de tal forma que parte del agua entra por el emisor y el resto pasa directamente a mezclarse a su salida con el retorno del mismo radiador, con lo cual, la temperatura del agua es diferente y menor en cada emisor; el número de elementos o el tamaño del emisor será mayor en los últimos radiadores del anillo.

- **Instalación bitubo:** este tipo de instalación se caracteriza porque los emisores están conectados en paralelo, de tal forma que el agua que entra desde la tubería de ida en cada radiador retorna a la caldera a través de la tubería de retorno. La temperatura de entrada a los radiadores es prácticamente la misma que la de salida de caldera.

A la tubería de ida se conecta la entrada de cada uno de los radiadores y la salida se conecta a la tubería de retorno.

Según como realicemos la conexión de la salida de los radiadores a la tubería de retorno, tendremos una instalación de retorno directo o de retorno invertido.

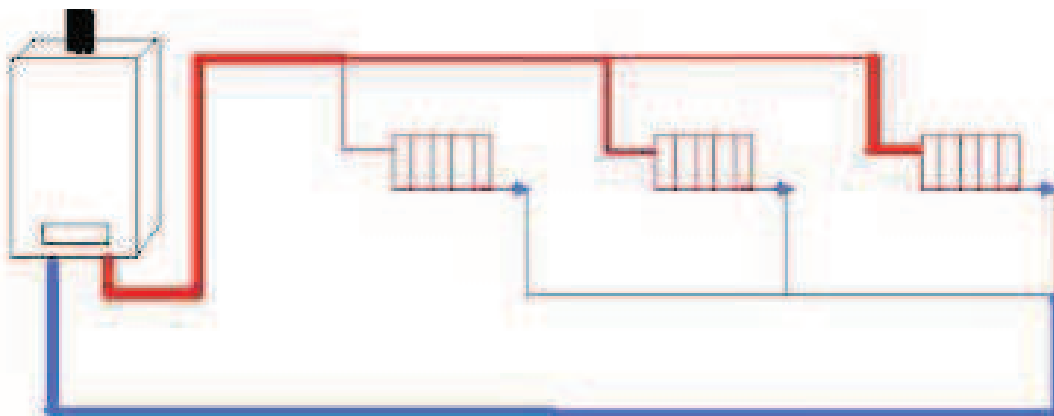
- Retorno directo: la instalación de retorno directo se caracteriza porque a la tubería de retorno se le conecta directamente la salida de cada radiador, de esta forma el recorrido del agua es menor para los radiadores más cercanos teniendo menor pérdida de carga; por lo que tendremos que regular el caudal que pasa por cada radiador.

Retorno invertido: en la instalación de retorno invertido, la tubería de retorno parte del emisor más cercano, y se van conectando cada uno de los radiadores, siendo la salida del último el que se conecta con el retorno de la caldera. De esta forma el recorrido del agua en cada radiador es igual en longitud por lo que las pérdidas de carga son similares y no es necesaria prácticamente la regulación del caudal.

- **Instalación por colectores:** la instalación de radiadores por colectores se caracteriza porque cada radiador tiene su propia tubería de ida y de retorno que se conectan respectivamente a un colector. De esta forma por cada tubería circula únicamente el caudal correspondiente a las necesidades de ese radiador.

La tubería de ida de la caldera se conecta con el colector de ida y la de retorno con el colector de retorno.

La opción elegida es la **instalación bitubo** con retorno directo.



Las tuberías de calefacción salen de la sala de calderas, situada en el garaje, y continúan por el techo del garaje hasta los patinillos de cada uno de los bloques. A lo largo de las plantas las tuberías transcurren, desde los patinillos situados en los rellanos de cada planta hasta los radiadores de cada una de las viviendas a lo largo de los techos.

Las tuberías de calefacción son de polietileno reticulado, las ventajas que tiene este material son:

- No se ven afectadas por corrosiones ni erosiones.
- No les afecta las aguas de bajo ph.
- Sistemas silenciosos, libres de ruidos de agua.
- Soportan altas temperatura y presiones.
- No se reblandecen a alta temperatura ambiental. Resistentes a fisuras, hasta el 20% del espesor de pared sin fallo del sistema.
- Reducción de golpes de ariete en una tercera parte respecto a tuberías metálicas.
- Herramientas sencillas y simples para la instalación.

Las tuberías de polietileno reticulado se ajustan a los requisitos que aparecen en el apartado 2.1.1. del Documento Básico HS 4 Suministro de agua:

- para las tuberías y accesorios se han empleado materiales que no producen concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, del 7 de Febrero.
- no modifican la potabilidad, el olor, el color ni el sabor del agua.
- son resistentes a la corrosión interior.
- son capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas.
- no presentan incompatibilidad electroquímica entre sí.
- son resistentes a temperaturas de hasta 40 °C , y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato.
- son compatibles con el agua suministrada y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.
- su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no disminuye la vida útil prevista de la instalación.

Los caudales que deben llegar a cada radiador y como se hallan aparece en el documento Cálculos “3.3 Cálculo del caudal de los radiadores”.

6.3 DIMENSIONADO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

El dimensionamiento de una instalación de calefacción consiste en determinar las pérdidas de carga o de presión, seleccionando los diámetros adecuados. El objetivo de calcular las pérdidas de carga es conocer dos cosas:

- El equilibrado hidráulico de la instalación.
- Las características de la bomba a instalar, ya que su potencia vendrá determinada por las pérdidas del circuito.

El cálculo del diámetro de las tuberías se hará teniendo en cuenta el caudal y las características físicas del fluido portador a la temperatura media de funcionamiento, las características del material utilizado y el tipo de circuito.

El cálculo de la velocidad y los diámetros de las tuberías y la explicación de cómo se hallan aparece en el documento Cálculos “3.4.1 Cálculo de la velocidad y diámetros de las tuberías”.

La instalación de calefacción está equilibrada porque en cualquier parte de la instalación se obtienen los caudales definidos en el proyecto, que son tales que proporcionen una velocidad de circulación del agua similar en todos los puntos de la instalación.

El agua de la red de calefacción tiende a circular por el recorrido que presente menor pérdida de carga (“el camino más fácil”), por lo que se puede decir que este equilibrado consiste en evitar descompensaciones en toda la red independientemente de la demanda existente.

6.4 PÉRDIDAS DE LAS TUBERÍAS DE CALEFACCIÓN

El circuito de calefacción está compuesto por varios ramales, y para su correcto funcionamiento las pérdidas en cada uno de estos ramales son similares.

En la instalación se observan dos tipos de pérdidas, las pérdidas en tramos rectos, que son debidas al rozamiento del fluido con la tubería (según longitud, diámetro de la tubería y velocidad del fluido); y las pérdidas localizadas que son debidas a los obstáculos que se encuentra el fluido en su recorrido y que dependen del tipo de obstáculo y de las propiedades del fluido.

Un buen diseño es aquel que conjuga unas pérdidas menores con un costo de la instalación menor.

Las pérdidas de carga primarias y secundarias y como se hallan aparecen en el documento Cálculos “3.4.2 y 3.4.3”.

Para conseguir el equilibrado de la instalación, que los caudales proyectados sean los que realmente lleguen a los radiadores, esta contiene una electroválvula de 3 vías sobre

la cual actúa el termostato de cada salón y una válvula de equilibrado dinámica para cada vivienda. Conseguimos que circule un caudal constante, es decir, el caudal total de agua que circula por la red de calefacción es siempre el mismo.

6.5 INSTALACIONES EN CADA VIVIENDA

Contador de energía para cada vivienda: se instala en el retorno.

Electroválvula de 3 vías: en el caso que no haya corriente o el termostato no demande calefacción el agua circula por un bypass; es decir, pasa de la derivación de ida a la de retorno sin entrar en las viviendas. En caso contrario el agua pasa a través de las viviendas normalmente.

Válvula de equilibrado dinámica: impide que en cada vivienda haya un caudal mayor que el diseñado en el proyecto, por lo que suponiendo que las bombas de recirculación y el control de la sala de calderas están bien instaladas, tampoco debe existir un caudal inferior.

La válvula de equilibrado dinámica se coloca en el retorno de cada derivación individual, es decir, después de que el agua de calefacción ha circulado por la vivienda o por el bypass. Esto garantiza un caudal constante en cada punto de la instalación, asegurando al mismo tiempo un equilibrado perfecto que garantiza eficiencia energética y funcionamiento de la instalación tal y como está diseñada en el proyecto. Es una unidad pensada para sistemas de caudal constante.

Válvulas de esfera: permiten interrumpir el paso de agua a una vivienda en el caso de que sea necesario sustituir el contador o interrumpir el suministro de agua.

Contador de energía: cuenta la energía consumida por cada vivienda en KWh. Se instala en el retorno.

En el radiador,

Válvulas termostáticas: regula el fluido del radiador. Parte superior del radiador.

Detentor o Válvula de salida: regula la salida del agua al circuito. Parte inferior del radiador.

Purgador: elimina el aire del radiador. Lado contrario de las llaves de paso.

6.6 AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA INSTALACIÓN

Todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico cuando contengan fluidos con temperatura mayor que 40° C cuando estén instalados en locales no calefactados y menor que la temperatura ambiente del local para reducir las pérdidas de energía.

Los espesores mínimos que se han de colocar en las tuberías de la instalación vienen especificados en el apartado IT 1.2.4.2.1 del RITE.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Los espesores indicados en dicho documento son válidos para un material con una conductividad térmica de referencia igual a $0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$ a 20°C . En el caso de materiales con una conductividad térmica distinta a la de referencia el espesor se determina mediante unas fórmulas indicadas en el apartado IT 1.2.4.2.1 del RITE.

En nuestro caso hemos utilizado espuma elastomérica autoadhesiva, cuya conductividad térmica es de $0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$.

6.7 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

6.7.1 VASO DE EXPANSIÓN

Los vasos de expansión es el elemento que se utiliza en los circuitos de calefacción para absorber el aumento de volumen que se produce al dilatarse el agua que contiene el circuito. Los vasos de expansión pueden ser de dos tipos: abiertos y cerrados.

Vaso de expansión abierto: es un recipiente que ha de estar en la parte más alta de la instalación para recoger el agua sobrante de la expansión y devolverla cuando se enfría. Al estar en contacto con el aire, el agua no puede superar los 95°C para evitar que empiece a hervir. A menudo ha de tener un sistema para evitar que el agua se hiele. Además el montaje es más complicado que en el caso de los vasos de expansión cerrados, que se pueden instalar en la propia sala de calderas.

Vaso de expansión cerrado: está formado por una zona en contacto con el circuito primario de calefacción y por lo tanto llena de agua, y otra zona llena de aire o nitrógeno. Las dos zonas están separadas por una membrana impermeable. Al variar el volumen del agua del circuito el aire se comprime o se expande, proporcionando una presión de funcionamiento estable. Su ventaja es que puede estar en el mismo local que la caldera y por lo tanto al abrigo de las heladas.

Ventajas de los Vasos de expansión Cerrados respecto a los Vasos de expansión Abiertos:

- Fácil montaje.
- No absorben oxígeno.
- Elimina la necesidad de colocar conductos de seguridad.
- Se eliminan las pérdidas de carga por evaporación.

En este proyecto se utilizarán vasos de expansión cerrados.

El vaso de expansión elegido es el **modelo 80 CMF** de 80 litros de volumen de la marca **IBAIONDO**.

6.7.2 CÁLCULO DE LA BOMBA

Las bombas deberán compensar las caídas de presión de los circuitos mediante la presión que imprimirá al fluido que circule por ellas.

Como norma general las bombas deben colocarse por debajo del circuito que impulsan y tener en cuenta que no haya depresión en ningún punto del circuito para que no se produzca cavitación. Las bombas se suelen situar en las partes frías del circuito.

Las condiciones que deben cumplir las bombas vienen expresadas en el DB-HE4 del CTE:

- 1.- Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.
- 2.- Cuando las conexiones de los captadores son en paralelo, el caudal nominal será el igual caudal unitario de diseño multiplicado por la superficie total de captadores en paralelo.
- 3.- La potencia eléctrica parasita para la bomba no debería exceder los valores dados en la tabla 3.4:

Tabla 3.4 Potencia eléctrica máxima de la bomba

Sistema	Potencia eléctrica de la bomba
Sistema pequeño	50W o 2% de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el grupo de captadores.
Sistemas grandes	1% de la mayor potencia calorífica que puede suministrar el grupo de captadores

- 4.- La potencia máxima de la bomba especificada anteriormente excluye la potencia de las bombas de los sistemas de drenaje con recuperación, que solo es necesaria para rellenar el sistema después de un drenaje.
- 5.- La bomba permitirá efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga.

Las bombas elegidas en este proyecto son de tipo centrífugas ya que presentan las siguientes ventajas:

- Ocupan menor espacio
- Su coste es menor



- Aunque no son capaces de alcanzar grandes presiones, para las presentes aplicaciones ofrecerán sobrepresiones más que suficientes para compensar las pérdidas de carga.
- Son capaces de atender fácilmente las variaciones de caudal, que es previsible que se produzcan con motivo de la regulación de la instalación.

Se ha elegido una bomba de la **marca BAXIROCA**, el **modelo PC-1045**. Tiene tres velocidades y la número tres es la que mejor se adapta a nuestras condiciones de caudal y pérdidas de la instalación.

6.7.3 CONTADORES

Para medir el caudal de agua que gasta cada usuario de un servicio y posteriormente ser cobrado por la empresa o la compañía suministradora, se colocan los llamados contadores que se intercalan en la tubería y controlan el consumo de agua, registrando la cantidad en una esfera de lectura directa o indirecta mediante la conexión de los contadores de agua a interfaces de un ordenador.

El contador deberá ser de modelo homologado.

Los contadores serán divisionarios con dos llaves de paso, una anterior y otra posterior.

Se colocarán en los descansillos de cada planta, estarán cerrados con puerta e irán provistos de llave de manera que no puedan ser manipulados.

6.7.4 ELEMENTOS DE REGULACIÓN

El sistema de calefacción necesita de elementos que regulen eficazmente la instalación con el fin de obtener los máximos rendimientos.

6.7.4.1 TERMOSTATOS

En el apartado ITE 02.11 de las instrucciones técnicas complementarias se indica que cada vivienda deberá estar dotada de algún dispositivo de regulación o algún termostato, para que se puedan mantener en los locales las condiciones de diseño previstas, ajustando de esta manera los consumos de energía a la variación de la carga térmica. También indica que estos deberán estar en los locales de mayores cargas térmicas o más característicos.

Son elementos de regulación del tipo “todo-nada”. Su actuación dependerá del valor que reciba de unos sensores, sondas, que recogerán datos relativos a temperaturas. Sirve para asegurar el mantenimiento de una temperatura o bien de una diferencia de temperatura, en cuyo caso se llaman termostatos diferenciales. Su actuación va dirigida a cualquier elemento de la instalación que se desee controlar, ya sea una bomba, válvula, etc.



Se estima que los locales de mayor carga térmica y al mismo tiempo los más característicos son los salones, por lo que se colocarán los termostatos en estos. Así, si la temperatura del local es la adecuada, no será necesario que el agua circule por esa parte de la vivienda, pudiendo circular por otras.

El termostato local se situará a 1,5 metros del suelo, lejos de cualquier perturbación que pudiera falsear su lectura. Perturbaciones tales como la acción solar, la exposición a corrientes de aire, la acción directa de lámparas o algún otro foco de calor de la vivienda, el contacto con algún metal, la acción de los elementos separadores o aislantes tales como cortinas, muebles, etc. Se colocarán en las zonas más alejadas de los cerramientos cuyas pérdidas caloríficas sean mayores, es decir, en la pared opuesta a la pared exterior del salón. Su ubicación exacta se indicará en el plano correspondiente.

La regulación de la marcha de la caldera será función de un termostato diferencial que recoge los datos de las temperaturas. Una es la exterior y otra la del agua a la salida de la caldera.

6.7.4.2 SENSORES

Son elementos informadores del circuito. Su labor se limita a recoger datos tales como temperatura, presión, etc. Y mandarlos a los termostatos, centralita de regulación de la instalación para que decidan su acción.

Son conocidos como sondas y serán los encargados de recoger datos de temperatura en aquellos lugares en los que se han instalado, procurándose que sean los lugares más representativos de la instalación.

En función de su situación existen sondas exteriores, interiores y de inmersión.

La posición del sensor resulta fundamental para el correcto funcionamiento del sistema de control, ya que su posición define la temperatura que controla.

6.7.4.3 ACTUADORES

Son los elementos que emplea el sistema de control.

Sirven de intermediarios entre el regulador electrónico y los dispositivos que este controla. Bajo este nombre se conoce a relés, contactadores y a los elementos de estado sólido.

6.7.4.4 MANÓMETROS

El manómetro se trata de un elemento de control que consiste en una esfera que indica la presión instantánea de la red en el punto en el que se ubica. Se instalarán antes y después de las bombas para tenerlas controladas. Dado que no suele ser habitual una presión de red superior a 6 bar se suelen diseñar para poder medir hasta esa presión.

6.7.4.5 VÁLVULAS

La válvula es el elemento de regulación del caudal del circuito hidráulico. De su acción dependerá en buena medida la eficacia de un sistema hidráulico.

En la actualidad existen multitud de válvulas comerciales pero solo será de interés en le presente proyecto las de seguridad, anti-retorno, de paso y la de tres vías.

- Válvulas de seguridad: son las encargadas de limitar la presión máxima circuito al cual protegen, de manera que, justo antes de que la presión del circuito llegue a la de tarado de la válvula esta se abrirá protegiendo al circuito de sobrepresiones que podrían dañar al circuito.

La presión de tarado de la válvula corresponde a la máxima soportable por el vaso de expansión que es el elemento más delicado del circuito.

Por lo dispuesto en la IT 1.3.4.2.5 del RITE, en todo circuito cerrado de líquidos se dispondrá de al menos una válvula de seguridad que impedirá el aumento de la presión interior por encima del timbre.

Al ser tanto el circuito de ACS como el de calefacción circuitos cerrados dispondrán de sus correspondientes válvulas de seguridad en sus correspondientes vasos de expansión. Además se dispondrá de otra en la caldera en cumplimiento de la ITE 02.15.5

La descarga de estas válvulas será visible y se conducirán a un lugar seguro.

- Válvulas anti-retorno: estas válvulas tienen una acción reguladora del caudal muy simple que consiste en imposibilitar el retorno del fluido por el circuito por el cual discurre. La acción de estas válvulas se limita a no permitir un cambio de sentido contrario al diseño. Así se evita la posibilidad de que en un momento dado el fluido retorne por donde vino.

- Válvula de paso: la acción de estas válvulas tiene por objeto disminuir el flujo en mayor o menor medida en una parte del circuito.

En este proyecto se utiliza la válvula de esfera como se ha especificado con anterioridad.

El mecanismo es simple, consiste en el funcionamiento de una esfera (con agujero pasante de diámetro igual a la tubería que asiste) solidariamente unida a una palanca de mano. Actuando sobre esta se hará coincidir en mayor o menor medida el taladro de la bola con la tubería produciendo una mayor o menor obstrucción al flujo.

- Válvula de tres vías: la acción de estas válvulas consiste en desviar el caudal circulante por un tramo de tubería a un segundo tramo.

En el proyecto estará colocado a la entrada de la casa, de manera que si el termostato no lo demanda, el agua pasará directamente al circuito de retorno, en caso contrario, entrará normalmente en la vivienda.

6.7.4.6 GRIFOS DE VACIADO

Se trata de una llave de paso necesaria en todo circuito hidráulico.

Sirven para vaciar el circuito en situaciones necesarias tales como mantenimiento y reparación entre otras. A fin de acometer estas operaciones de forma pronta y cómoda se colocará una llave de paso en la parte inferior de cada circuito. Esta llave es conocida como grifo de vaciado por la función que desempeña.

Por lo establecido en las instrucciones técnicas del RITE su diámetro será de 25 mm.

También existirá la posibilidad de vaciado tanto de los depósitos de acumulación solar como del acumulador auxiliar y la caldera. Sus diámetros son los establecidos por los fabricantes.

La conexión entre la válvula de vaciado y el embudo de desagüe se hará de tal forma que el paso de agua resulte visible.

La actuación de esta válvula es del tipo manual mediante volante si bien frecuentemente se suele sustituir el volante por una tuerca de manera que no puede haber una apertura accidental de la misma, ya que para actuar sobre la tuerca es preciso contar con la llave adecuada.

7. INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)

7.1 INTRODUCCIÓN

El agua caliente sanitaria (ACS) es el agua destinada al consumo humano (potable) que ha sido calentada. Sus principales usos están relacionados con la higiene, tales como ducharse o lavarse. Su producción se puede realizar mediante calderas o calentadores que funcionan a base de electricidad, gasóleo, gas natural, butano, etc. Sin embargo, debido a su menor impacto ambiental, al agotamiento a medio plazo de las reservas de petróleo y a la normativa actual que obliga a que al menos una parte del A.C.S se obtenga mediante energías renovables, se utilizan para su producción sistemas de energía solar térmica.

Las instalaciones de producción centralizada de ACS habitualmente se integran en las de calefacción de los edificios. La producción de calor que se realiza en la sala de calderas es conjunta para todos los servicios térmicos del edificio y las calderas se conectan con los colectores desde los que parten los diferentes servicios de calefacción y el circuito primario de ACS.

El agua de consumo se lleva desde la instalación para suministro de agua del edificio hasta la sala con una derivación exclusiva para este uso.

Debido a que el agua de calderas no es apta para el consumo humano, siempre deben existir intercambiadores en cuyo interior se transfiera el calor de las calderas (primario) al ACS (secundario) sin que exista mezcla entre ambos circuitos.

Una vez calentada el agua se distribuye por todo el edificio hasta los puntos de consumo, mediante una red de tuberías exclusivas para este servicio.

Como las distancias que normalmente existen entre los puntos de producción y los de consumo son largas, sino se adoptasen medidas para ello, los usuarios deberían esperar un tiempo excesivo para recibir el ACS, lo que implicaría consumos innecesarios de agua, además de la correspondiente falta de confort. Para evitarlo, las instalaciones centrales cuentan con los circuitos de recirculación, que consisten en una red de tuberías que retornan el agua desde los puntos de consumo más alejados, hasta el lugar de producción, mediante bombas de recirculación, que la mueven continuamente por toda la instalación, manteniendo las tuberías a la temperatura adecuada para el uso, de manera que salga de forma prácticamente inmediata por los grifos.

Por la forma de producción de ACS se distinguen dos tipos de instalaciones, con o sin acumulación; respecto a las distribuciones todas las instalaciones son similares.



7.2 TIPOS DE INSTALACIONES DE ACS

Existen distintas clasificaciones:

- Según el número de unidades atendidas
 - Unitarias: una unidad de consumo.
 - Individuales: diversas unidades de consumo pero pertenecientes a una única persona.
 - Colectivas: el consumo atiende a la demanda de diversos propietarios.
- Según el origen de la energía empleada
 - Combustión de combustibles: sólido, líquido y gas.
 - Energía solar: radiación procedente del sol.
 - Electricidad: efecto Joule.
 - Bomba de calor: captación de energía de bajo nivel térmico para elevar su temperatura.
- Según el sistema de preparación empleado
 - Acumulación: sistema en el que el agua caliente se prepara previamente a su consumo. Esta agua se almacena en un depósito acumulador y posteriormente se distribuye.
 - Instantánea: se prepara la cantidad de agua necesaria en cada instante.

7.3 PRODUCCIÓN CON ACUMULACIÓN

Para reducir la potencia necesaria en producción y al mismo tiempo obtener funcionamientos más homogéneos de la instalación se utilizan los sistemas con acumulación en depósitos en los que se mantiene el agua caliente hasta el momento de su uso, de manera que en las puntas de demanda del edificio se utiliza el agua acumulada, solicitándose una potencia inferior a la del sistema de producción.

Los sistemas de acumulación a su vez se clasifican, dependiendo del volumen de acumulación, en:

- Acumulación
- Semiacumulación

Los volúmenes de acumulación se diseñan para atender a la demanda punta con el agua acumulada, mientras que los de semiacumulación solo pueden hacer frente a una parte de esa demanda, requiriendo el apoyo de la producción para cubrir la punta completa.

Como ya se ha indicado con anterioridad en este proyecto se ha optado por el sistema de acumulación ya que cubre toda la demanda punta con esa agua acumulada.

7.4 DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

El dimensionado de la instalación de ACS se realiza siguiendo los pasos explicados a continuación.

Los caudales instantáneos se obtienen con la suma de los caudales de todos los aparatos del edificio, aplicando un coeficiente de simultaneidad de uso, ya que no todos los aparatos de un mismo edificio se utilizan al mismo tiempo.

Los cálculos y una mejor explicación de cómo se hallan los caudales instantáneos se encuentran en el Documento Cálculos 4.1 “Cálculo de los caudales instantáneos”.

El consumo de ACS no tiene por qué estar directamente relacionado con el caudal instantáneo, el cual se dará durante periodos muy cortos; para determinar los consumos se aplica el DB HE4 del CTE en el que se dan los consumos diarios de ACS a 60 °C en función del tipo de edificio.

La temperatura de referencia de 60 °C corresponde con la acumulación del ACS para prevención de la legionelosis y será la mínima habitual en los sistemas centralizados.

En el caso de viviendas, para determinar el número de ocupantes también en el DB HE4 del CTE, se mira la tabla 3.1 que fija la ocupación en función del número de dormitorios.

Como temperatura del agua de la red se ha tomado 5 °C que es la más desfavorable para todas las capitales de provincia en todos los meses del año.

Los cálculos y una mejor explicación de cómo se hallan los consumos se encuentran en el Documento Cálculos 4.2 “Cálculo del consumo de ACS”.

Los cálculos del circuito secundario, tanto el dimensionado de los aparatos y elementos como el de las tuberías se encuentran detallados en el Documento Cálculos “4.3 Cálculo del circuito secundario”.

Las **tuberías del circuito de ACS son de polietileno reticulado**, ya que este material tiene las siguientes características y ventajas:

- No se ven afectadas por corrosiones ni erosiones.
- No les afecta las aguas de bajo ph.
- Sistemas silenciosos, libres de ruidos de agua.

- Soportan altas temperatura y presiones.
- No se reblandecen a alta temperatura ambiental. Resistentes a fisuras, hasta el 20% del espesor de pared sin fallo del sistema.
- Reducción de golpes de ariete en una tercera parte respecto a tuberías metálicas.
- Herramientas sencillas y simples para la instalación.

Para dimensionar las tuberías se deben seguir los siguientes pasos:

- 1.- Se determina el caudal total del tramo en estudio, suma de los caudales de todos los aparatos. Tabla 2.1 del DB HS4.
- 2.- Con el tipo de edificio y el caudal total se determina el caudal máximo simultáneo. Con los coeficientes adecuados.
- 3.- La sección de la tubería se determina con el caudal simultáneo para la velocidad de diseño, esta velocidad está fijada en el DB HS4 4.2.1, se recomiendan valores entre 0,5 m/s y 2 m/s para tuberías metálicas y entre 0,5 m/s y 3,5 m/s para tuberías termoplásticos y multicapas.
- 4.- Una vez seleccionadas las tuberías, se calcula la pérdida de carga en todo el circuito, comprobando que en los puntos de consumo se asegura una presión mínima de 1 bar y una máxima de 5 bar. (DB HS4 2.1.3).

El circuito de retorno debe recircular al menos un 10% del caudal de ida y 250l/h.

En todas las tuberías se tienen en cuenta las pérdidas de carga primarias y secundarias a la hora de dimensionar dichas tuberías. Las pérdidas deben ser menores de 40 mmca/m.

Las tuberías de ACS transcurren desde la sala de calderas del garaje, a través del techo. Sube por los patinillos y transcurre por el techo de cada planta hasta los puntos de consumo.

El aislamiento de las tuberías tanto de ida como de retorno, se debe realizar siguiendo el apartado 1.2.4.2.1 de las IT del RITE. En nuestro caso hemos utilizado espuma elastomérica autoadhesiva, cuya conductividad térmica es de 0,040 W/m²K.

7.5 AISLAMIENTO

Las tuberías de ACS se aíslan de acuerdo con el apartado 1.2.4.2.1 de las ITE del RITE. (instrucciones técnicas complementarias).

El aislamiento mínimo de las tuberías es el que se establece en la siguiente tabla.

Para tuberías y accesorios que discurren por el interior del edificio.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

En nuestro caso hemos utilizado espuma elastomérica autoadhesiva, cuya conductividad térmica es de 0,040 W/m²K.

8. ENERGÍA SOLAR

8.1 INTRODUCCIÓN

El sol, fuente de vida y origen de las demás formas de energía que el ser humano ha utilizado desde los albores de la historia, puede satisfacer todas nuestras necesidades si aprendemos cómo aprovechar de forma racional la luz que continuamente derrama sobre el planeta. Ha brillado en el cielo desde hace unos cinco mil millones de años, y se calcula que todavía no ha llegado ni a la mitad de su existencia.

Cada año el sol arroja sobre la tierra cuatro mil veces más energía que la que vamos a consumir. España, por su privilegiada situación y climatología, se ve particularmente favorecida respecto al resto de países de Europa, ya que sobre cada metro cuadrado de su suelo inciden al año unos 1500 KW/h de energía, cifra similar a la de muchas regiones de América central y del sur. Esta energía puede aprovecharse directamente, o bien ser convertida en otras formas útiles como, por ejemplo, electricidad.

Sería poco racional no intentar aprovechar, por todos los miedos técnicamente posibles, esta fuente energética gratuita, limpia e inagotable, que puede liberarnos definitivamente de la dependencia del petróleo o de otras alternativas poco seguras, contaminantes o, simplemente, agotables.

Es preciso, no obstante, señalar que existen algunos problemas que debemos afrontar y superar. Aparte de las dificultades que una política energética solar avanzada conllevaría por sí misma, hay que tener en cuenta que esta energía está sometida a continuas fluctuaciones y a variaciones más o menos bruscas. Así, por ejemplo, la radiación solar es menor en invierno, precisamente cuando más a solemos necesitar.

Si se sigue desarrollando y perfeccionando la tecnología de captación, acumulación y distribución de la energía solar puede llegar a alcanzar mucha mayor importancia de la que tiene en la actualidad.

8.2 RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol. Estas ondas electromagnéticas tienen distintas frecuencias que se distribuyen desde el infrarrojo al ultravioleta, pasando por la luz visible. Aproximadamente la mitad de estas ondas pueden ser detectadas por el ojo humano (luz visible). De la otra mitad la mayoría de ondas son infrarrojas y una pequeña parte ultravioletas. No toda la radiación solar alcanza la superficie terrestre, ya que las ondas ultravioletas más cortas, son absorbidas por los gases de la atmósfera, fundamentalmente el ozono. La radiación solar se mide normalmente con un instrumento denominado piranómetro.

Radiación ultravioleta: es la radiación de menor longitud de onda, lleva mucha energía e interfiere con los enlaces moleculares. Pueden alterar las moléculas de ADN, muy importantes para la vida. Por lo tanto es muy importante protegerse de este tipo de radiación.

Luz visible: es la radiación correspondiente a la zona visible. Por la energía que lleva tiene gran influencia en los seres vivos. La luz visible atraviesa con bastante eficacia la atmósfera limpia, pero cuando hay nubes o masas de polvo parte de ella es absorbida o reflejada.

Radiación infrarroja: es la que corresponde a longitudes de onda más largas y lleva poca energía asociada. Su efecto aumenta la agitación de las moléculas, provocando el aumento de temperatura. El CO₂, el vapor de agua y las pequeñas gotas de agua que forman las nubes absorben con mucha intensidad las radiaciones infrarrojas.

En función de cómo reciben la radiación los objetos situados en la superficie terrestre, se pueden distinguir estos tipos de radiación:

Radiación directa: es aquella que llega directamente del sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Se caracteriza por proyectar una sombra definida de los objetos opacos que la interceptan.

Radiación difusa: parte de la radiación que atraviesa la atmósfera es absorbida por las nubes o reflejada por éstas. Esta radiación, que se denomina difusa, va en todas direcciones, como consecuencia de las reflexiones y absorciones, no sólo de las nubes sino de las partículas de polvo atmosférico, montañas, árboles, edificios, el propio suelo, etc. Este tipo de radiación se caracteriza por no producir sombra alguna respecto a los objetos opacos interpuestos. Las superficies horizontales son las que más radiación difusa reciben, ya que ven toda la bóveda celeste, mientras que las verticales reciben menos porque sólo ven la mitad.

Radiación reflejada: es aquella reflejada por la superficie. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, también llamado albedo. Las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, porque no ven ninguna superficie terrestre y las superficies verticales son las que más radiación reflejada reciben.

Radiación global: es la radiación total. La suma de las tres radiaciones.

En un día despejado, con cielo limpio, la radiación directa es preponderante sobre la radiación difusa. Por el contrario, en un día nublado no existe radiación directa y la totalidad de la radiación que incide es difusa.

La radiación que reciben las distintas zonas de la tierra depende de su situación geográfica, de la época del año y de la inclinación de la Tierra que es de $23,45^\circ$. Según la época del año los rayos inciden de forma más perpendicular sobre unas partes de la Tierra que sobre otras.

8.3 RADIACIÓN SOLAR SOBRE SUPERFICIES PLANAS

Debido a la curvatura de la tierra los rayos del sol se proyectan en un ángulo variable para un mismo día dependiendo de la localización geográfica considerada.

Observaciones realizadas sobre la radiación solar incidente en la Tierra han dado como resultado la obtención del día y mes del año en el que el ángulo de incidencia es máximo y mínimo. Dichos días corresponden al 21 de Junio y 21 de Diciembre respectivamente.

Así mismo, en función de una serie de variables se obtiene un mayor o menor aprovechamiento de la radiación solar. Considerando la radiación incidente en una superficie plana se obtienen valores de radiación muy variables en función de:

- su orientación
- su inclinación
- latitud
- día
- hora
- estado atmosférico existente en el momento de la medición

Con el propósito de aprovechar el máximo de horas de luz, los colectores solares se orientan hacia el ecuador. Es decir, se considera como orientación óptima el sur.

Según el DB-HE del CTE en su sección HE4, la inclinación óptima es, dependiendo del periodo de utilización:

- Demanda constante anual: la latitud geográfica.
- Demanda preferente en invierno: la latitud geográfica $+10^\circ$.
- Demanda preferente en verano: la latitud geográfica -10° .

Los datos sobre radiación solar en función de la latitud geográfica y de la inclinación de los colectores están disponibles en tablas.



8.4 COLECTORES SOLARES

Los colectores solares son dispositivos diseñados para captar la radiación solar, transformarla en energía térmica y elevar la temperatura de un fluido.

8.4.1 CLASIFICACIÓN DE LOS COLECTORES SOLARES

Los colectores solares se dividen en dos grandes grupos:

- Colectores solares sin concentración: los cuales no superan los 70°C aproximadamente, por lo que son usados en las aplicaciones de energía solar térmica de baja temperatura. Un ejemplo de aplicación es el Agua Caliente Sanitaria.

- Colectores solares de concentración: los cuales, haciendo uso de los métodos de concentración de la óptica, son capaces de elevar la temperatura de fluido a más de 70°C. Estos se aplican en la energía solar térmica de media y alta temperatura.

8.4.1.1 COLECTORES SOLARES SIN CONCENTRACIÓN

Estos colectores se caracterizan por no poseer métodos de concentración, por lo que la relación entre la superficie del colector y la superficie de absorción es prácticamente la unidad.

- Colector solar de placa plana: en general un colector de placa plana actúa como un receptor que recoge la energía procedente del sol y calienta una placa. La energía almacenada en la placa es transferida al fluido. Usualmente estos colectores poseen una cubierta transparente de vidrio o plástico que aprovecha el efecto invernadero, formado por una serie de tubos de cobre, los cuales expuestos al sol absorben la radiación solar y se la transmiten al fluido que atraviesa su interior. Su aplicación es la producción de agua caliente sanitaria, climatización de piscinas y calefacción.

- Colectores de aire: son colectores de tipo plano cuya principal característica es tener como fluido caloportador el aire. No tienen una temperatura máxima límite (los procesos convectivos tienen una menor influencia en el aire) y trabajan mejor en condiciones de circulación normal, pero en contraposición poseen una baja capacidad calorífica y el proceso de transferencia de calor entre placa y fluido es malo. Su aplicación principal es la calefacción.

- Colectores de vacío: van dotados de una doble cubierta envolvente, herméticamente cerrada, aislada del interior y del exterior, y en la cual se ha hecho el vacío. Su finalidad es la de reducir las pérdidas por convección. Son más caros, además de perder el efecto de vacío con el paso del tiempo. Su aplicación principal es la producción de agua caliente sanitaria y climatización de piscinas.

- Tubos de calor: poseen una simetría cilíndrica, formados por dos tubos concéntricos; uno exterior de vidrio y uno interior pintado de negro o con pintura selectiva. El fluido circula por el tubo interno. Su aplicación principal es la calefacción.

- Coletores cónicos o esféricos: su principal característica es que constituyen simultáneamente la unidad de captación y de almacenamiento. Su superficie de captación es cónica o esférica con una cubierta de vidrio de la misma geometría. Con estas geometría se consigue que la superficie iluminada a lo largo del día, en ausencia de sombra, sea constante. Su instalación es sencilla, pero presentan problemas de estratificación del agua y la superficie útil de captación es pequeña. Su aplicación principal es la producción de agua caliente sanitaria.

8.4.1.2 COLECTORES SOLARES DE CONCENTRACIÓN

Usan sistemas especiales con el fin de aumentar la intensidad de la radiación sobre la superficie absorbente y de este modo conseguir altas temperaturas en el fluido caloportador. La principal complicación que presentan es la necesidad de un sistema de seguimiento para conseguir que el colector esté permanentemente orientado en dirección al sol.

- Concentradores cilíndricos: su superficie reflectora es la mitad de un cilindro. Su aplicación principal es la producción de vapor en una central térmica.

- Concentradores paraboloídes: su superficie reflectora presenta una geometría de paraboloide de revolución. Su principal aplicación es la producción de vapor en una central térmica.

8.4.2 COMPONENTES DEL COLECTOR DE PLACA PLANA

El colector de placa plana es el tipo de colector escogido para la instalación del proyecto, ya que ofrecen la ventaja de usar una orientación fija y de aprovechar tanto la radiación directa como la difusa.

El colector de placa plana está compuesto por cuatro elementos principales:

- La cubierta transparente
- La placa captadora
- El aislante
- La carcasa

- Cubierta transparente: es la encargada de producir el efecto invernadero, reducir las pérdidas por convección y asegurar la estanqueidad del colector al agua y al aire, en unión con la carcasa y las juntas.

- Placa captadora: tiene por misión absorber de la forma más eficiente posible la radiación solar y transformarla en energía térmica utilizable mediante su transferencia al fluido aloportador.

Existen diferentes modelos, de los cuales los más usuales son:

a) Dos placas metálicas de cobre separadas por unos milímetros, entre las cuales circula el fluido caloportador.

b) Placa metálica de cobre sobre la cual están soldados o embutidos los tubos por los que circula el fluido caloportador. En lugar de una placa metálica se puede dotar de unas aletas de cobre a los tubos de cobre.

c) Dos láminas de metal de cobre unidas a gran presión excepto en los lugares que forman el circuito del fluido caloportador, los cuales han sido abombados mediante insuflación de aire.

d) Placas de plástico, usadas exclusivamente en climatización de piscinas.

- Aislamiento térmico: la placa captadora está protegida en su parte posterior y lateral por medio de un aislamiento térmico para evitar las pérdidas de calor térmico hacia el exterior. Las características de estos aislantes han de ser:

- Desprender pocos vapores al descomponerse por el calor
- No degradarse por envejecimiento u otro fenómeno
- Resistir las altas temperaturas sin deteriorarse
- Soportar la humedad dentro de los paneles

Los materiales más usados son la fibra de vidrio, la espuma rígida de poliuretano y el poliestireno expandido. Cualquiera que sea el material escogido debe tener un coeficiente de dilatación compatible con el de los demás componentes del panel solar.

- Carcasa: es la encargada de proteger y soportar los elementos que constituyen el colector solar, además de servir de enlace con el edificio, por medio de los soportes.

8.4.3 FUNCIONAMIENTO DEL COLECTOR DE PLACA PLANA

Si se expone un colector al sol sin circulación de fluido en su interior, la temperatura de la placa captadora o absorbidora irá aumentando progresivamente. Dicha placa irá almacenando el calor al mismo tiempo que tendrá unas pérdidas, debido a los fenómenos de conducción, convección y radiación, las cuales aumentan con la temperatura.

Llega un momento en que las pérdidas se equiparan a la energía que recibe la placa del sol y la temperatura se estabiliza, alcanzándose la denominada temperatura de equilibrio estática, que depende de las condiciones exteriores a las que esté sometida la placa. (cuanto más frío sea el ambiente y más viento haya, más baja será esta).

Si en ese momento se hace circular un fluido por el colector, este recibirá el calor de la placa captadora e irá aumentando la temperatura. Por el contrario, la temperatura de la placa disminuirá.

Manteniendo la circulación del fluido estacionaria o constante, llegará un momento en que se alcance una nueva temperatura de equilibrio llamada temperatura de equilibrio dinámica, la cual es siempre inferior a la estática.

8.5 CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES SOLARES

Las instalaciones solares térmicas pueden clasificarse atendiendo a los siguientes criterios:

- Principio de circulación
- Sistema de expansión
- Sistema de intercambio
- Según el sistema auxiliar
- Según la aplicación

8.5.1 SEGÚN EL PRINCIPIO DE CIRCULACIÓN

- Circulación natural o con termosifón: funcionamiento por convección natural. Aprovechan la circulación natural del agua caliente, que tiende a ascender, con lo que se prescinde del uso de bombas. Se utiliza en climas cálidos en instalaciones solares de pequeño tamaño.

- Circulación forzada: funcionamiento por el accionamiento eléctrico de una bomba. El uso de la bomba implica una circulación más rápida, con lo que las pérdidas de calor en la distribución son menores. Además la utilización de la bomba nos permite interrumpir la transferencia de calor cuando el agua de los colectores no circule más caliente que la del acumulador.

8.5.2 SEGÚN EL SISTEMA DE EXPANSIÓN

- Sistema abierto: el circuito primario de la instalación está en comunicación directa con la atmósfera.

- Sistema cerrado: el circuito primario de la instalación no tiene contacto con la atmósfera. El vaso de expansión es cerrado.

8.5.3 SEGÚN EL SISTEMA DE INTERCAMBIO

- Sistemas directos: el agua caliente que produce el colector es dirigida directamente al depósito acumulador. El agua caliente que llega al acumulador expulsa al agua que ya estaba en el acumulador pero a una menor temperatura. Es un sistema económico y eficiente. Sin embargo, al calentarse directamente el agua que se va a consumir, esta no puede llevar ningún aditivo, con lo que se corre el riesgo de rotura de la instalación en caso de que el agua se hiele. Por esto es conveniente vaciar el circuito durante la época de heladas.

- Sistemas indirectos: en este caso la instalación consta de dos circuitos. En el circuito primario se encuentran los colectores que calientan el fluido caloportador, el cual mediante un intercambiador de calor transmite su energía al agua para consumo que se encuentra en el circuito secundario. En el circuito secundario se encuentra también el depósito acumulador donde se almacena el ACS. Gracias a este circuito doble se evita la



mezcla del circuito caloportador con el agua para consumo, y de esta manera poder utilizar un fluido en el circuito primario que aguante las heladas.

8.5.4 SEGÚN EL SISTEMA AUXILIAR

- Sistemas centralizados en el circuito solar y sistema de apoyo
- Sistemas con circuito y acumulación solar centralizada y apoyo individual con sistema instantáneo
- Sistemas con circuito solar centralizado y acumulación distribuida directa, con apoyo individual con sistema instantáneo
- Sistemas con circuito solar centralizado y acumulación solar indirecta, con apoyo individual con sistema instantáneo

8.5.5 SEGÚN LA APLICACIÓN

- Sistemas Solares térmicos
- Sistemas solares térmicos para la climatización de piscinas
- Sistemas solares térmicos para apoyo a la calefacción
- Sistemas solares térmicos para aplicaciones de refrigeración
- Sistemas para usos industriales
- Instalaciones de usos combinados

8.6 SOLUCIÓN ADOPTADA

En este proyecto se ha elegido para la obtención de agua caliente sanitaria una instalación colectiva, con la energía solar como origen y con un sistema de acumulación para la preparación del agua caliente.

Como hemos dicho antes la energía solar no es capaz de cubrir toda la demanda de ACS ya que no es una energía constante y depende totalmente de la radiación solar. Para completar la necesidad de demanda de ACS usaremos una fuente de energía auxiliar.

Esta energía auxiliar se conseguirá mediante el uso de la misma caldera usada por el circuito de calefacción, así que la caldera tendrá una doble función.

La instalación de ACS se divide en tres circuitos:

- Circuito primario: formado por los colectores solares, las tuberías que transportan el fluido, el intercambiador de calor que cede calor al agua de red y el acumulador solar.

- Circuito secundario: formado por la caldera, el intercambiador de calor que cede calor al agua de retorno, el acumulador de reparto y las tuberías que transportan el agua.
- Circuito de reparto: formado por las tuberías que van desde el acumulador de reparto a los puntos de consumo.

Es una instalación de tipo indirecto (los fluidos de los circuitos primario y secundario no se mezclan). El circuito primario suministra calor mediante energía solar, el secundario suministra energía mediante un sistema auxiliar (caldera) y el tercero suministra el agua de consumo a los usuarios de las viviendas. Hay dos acumuladores conectados en serie.

Al conectar los acumuladores en serie lo que se pretende es aumentar la estratificación y al mismo tiempo ahorrar consumo de energía auxiliar. Se aumenta la estratificación ya que dispuestos de esta forma es como si se fabricara un depósito más alto y se ahorra energía ya que al evitar mezclar aguas el sistema auxiliar solo calienta el agua de uno de los acumuladores. Al existir dos acumuladores no hay interferencias entre el equipo solar y el auxiliar.

Esta configuración también permite que si el sistema solar sufriera alguna avería, el suministro quedara asegurado con el sistema auxiliar y su acumulador.

8.7 CIRCUITO PRIMARIO

8.7.1 DATOS PREVIOS

El edificio del proyecto se encuentra en Pamplona (Navarra), la altura de referencia y la latitud son **456 m** y **42° 49'** respectivamente.

Los cálculos se realizan siguiendo el DB-HE del CTE en su sección HE4 “Contribución solar mínima de agua caliente”.

8.7.2 DEMANDA DE ACS Y CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA

Para llevar a cabo el cálculo de la demanda energética de ACS primero es necesario conocer la demanda de ACS del edificio. La demanda de ACS se calcula conforme a lo establecido en el DB-HE4.

Tabla 3.1. Demanda de referencia a 60°C (1)

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Como en el caso de este proyecto la temperatura del agua en el acumulador es de 60°C, se puede utilizar la tabla de arriba para hallar el consumo de ACS.

Para el cálculo del número de personas que hay por vivienda se utiliza la siguiente tabla.

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	mas de 7
Número de Personas	1,6	3	4	6	7	8	9	Nº de dormitorios

También es necesario hacer una estimación de la ocupación del edificio. Dado que se trata de un edificio de viviendas se considera una ocupación del 100%. En verano esta ocupación puede disminuir debido a las vacaciones, sin embargo esto no se puede calcular, con lo que se considera que la ocupación del edificio es del 100% todo el año.

La zona climática en la que se encuentra Pamplona se consigue de la tabla 3.3 del DB-HE4. Pamplona (zona climática II).

Una vez conocemos la ocupación de nuestro edificio y la zona climática en la que se encuentra se obtiene la contribución solar mínima que debe dar nuestra instalación para cumplir con el CTE. En este caso la contribución solar mínima se saca de la siguiente tabla ya que la fuente energética de apoyo es gas natural.

Tabla 2.1 del DB-HE4

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	66	70	70
9.000-10.000	30	65	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

Nuestro edificio debe tener una contribución solar mínima del **30%**.

8.7.3 CÁLCULOS DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

- Ángulo de inclinación, β definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0 para módulos horizontales y 90° para verticales.
- Ángulo de acimut, α definido como el ángulo entre proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar. Valores típicos son 0° para módulos orientados al sur, - 90° para módulos orientados al oeste.

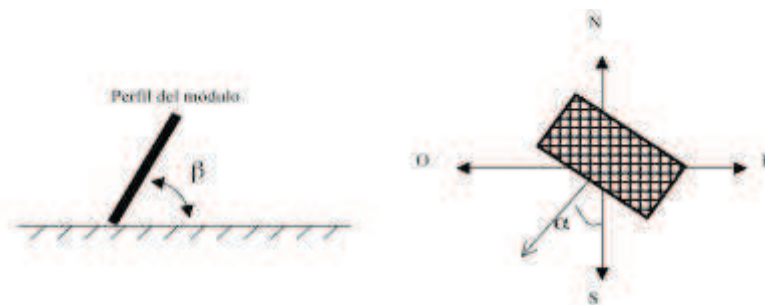


Figura 3.2 Orientación e inclinación de los módulos

La orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tablas 2.4 del DB-HE4.

Tabla 2.4 Pérdidas límite			
Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

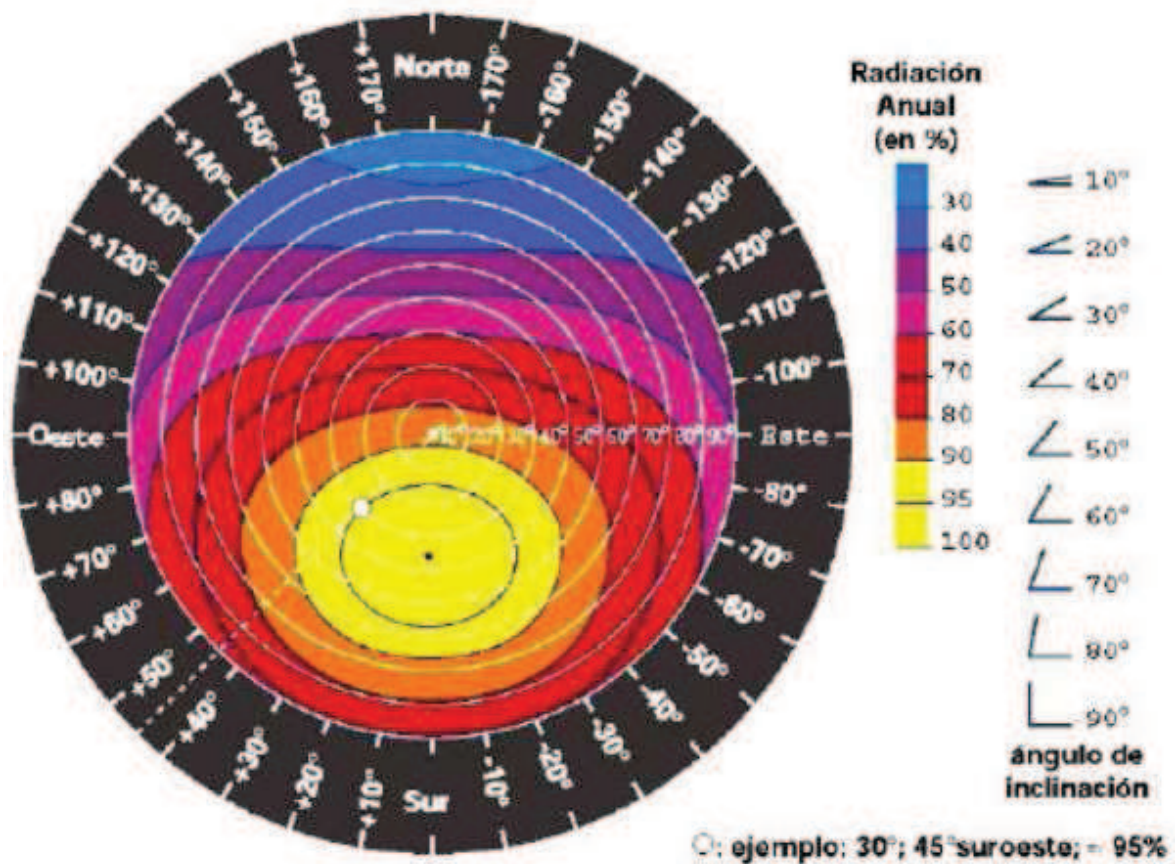
En la tabla 2.4 se consideran tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica. Se considera que existe integración arquitectónica cuando los módulos cumplen una doble función energética y arquitectónica y además sustituyen elementos constructivos convencionales o son elementos constituyentes de la composición arquitectónica. Se considera que existe superposición arquitectónica cuando la colocación de los captadores se realiza paralela a la envolvente del edificio, no aceptándose en este concepto la disposición horizontal con el fin de favorecer la autolimpieza de los módulos. Una regla fundamental a seguir para conseguir la integración o superposición de las instalaciones solares es la de mantener, dentro de lo posible, la alineación con los ejes principales de la edificación.

En todos los casos se ha de cumplir las tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores obtenidos con orientación e inclinación óptimos y sin sombra alguna.

Se considerará como la orientación óptima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

- Demanda constante anual: la latitud geográfica.
- Demanda preferente en invierno: la latitud geográfica + 10°.
- Demanda preferente en verano: la latitud geográfica - 10°.

Para hallar las pérdidas en función de la inclinación escogida y la orientación de los paneles se debe entrar en el siguiente gráfico.



Para hallar las pérdidas por sombra hay que seguir lo que dice el DB-HE4 del CTE en su apartado 3.6, pero como en este proyecto sobre los paneles solares no incide ninguna sombra no se calcula.

8.7.4 DIMENSIONADO DE LOS COLECTORES SOLARES

El método elegido para el dimensionado de los colectores solares es el método F-Chart, que permite realizar el cálculo de la cobertura de un sistema solar, es decir, de su contribución a la aportación total de calor necesario para cubrir las cargas térmicas, y de su rendimiento medio en un largo periodo de tiempo.

Es un proceso de cálculo suficientemente exacto para largas estimaciones, que no ha de aplicarse para estimaciones de tipo semanal o diario.

La ecuación utilizada en este método se puede ver en la siguiente fórmula:

$$f = 1,029 D_1 - 0,06 D_2 - 0,245 (D_1)^2 + 0,0018 (D_2)^2 + 0,0215 (D_1)^3$$

La secuencia que se sigue en el cálculo es la siguiente:

- 1.- Valoración de las cargas caloríficas para el calentamiento de agua destinada a la producción de ACS.

2.- Valoración de la radiación solar incidente en la superficie inclinada del captador o captadores.

3.- Cálculo del parámetro D_1 .

4.- Cálculo del parámetro D_2 .

5.- Determinación de la gráfica f .

6.- Valoración de la cobertura solar mensual.

7.- Valoración de la cobertura solar anual.

8.7.4.1 VALORACIÓN DE LAS CARGAS CALORÍFICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ACS

Las cargas caloríficas determinan la cantidad de calor necesario mensual para el agua destinada a consumo doméstico, calculándose mediante la siguiente expresión:

$$Q_a = C_e \times C \times N \times (t_{ACS} - t_{AFCH})$$

Siendo	Q_a	la carga calorífica mensual de calentamiento de ACS. (J/mes).
	C_e	calor específico del agua. (4187 J/Kg°C).
	C	consumo diario de ACS. (l/día).
	N	número de días del mes.
	t_{ACS}	temperatura de ACS. (60 °C).
	t_{AFCH}	temperatura de agua de red. (°C).

8.7.4.2 VALORACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE EN LA SUPERFICIE INCLINADA DE LOS CAPTADORES

Los valores de la radiación solar incidente sobre la superficie horizontal un día medio de cada mes se obtienen de unas tablas elaboradas por CENSOLAR.

Puesto que los colectores solares son superficies inclinadas, es necesario utilizar un factor de corrección k . Este factor es el resultado del cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el ecuador e inclinada un determinado ángulo y la que incide sobre la horizontal. En este proyecto, dicho factor de corrección se obtiene de las tablas incluidas en el Pliego de Condiciones Técnicas de Baja Temperatura en función de la inclinación y la latitud del colector.

8.7.4.3 CÁLCULO DEL PARÁMETRO D_1

El parámetro D_1 expresa la relación entre la energía absorbida por la placa del captador plano y la carga calorífica total de calentamiento durante un mes:

$D_1 = \text{Energía absorbida por el captador } (E_a) / \text{Carga calorífica mensual } (Q_a)$

La energía absorbida por el captador vienen dada por la siguiente expresión:

$$E_a = S_c \times F'_r \times (\tau\alpha) \times R_1 \times N$$

Siendo S_c la superficie del captador. (m²).
 R_1 la radiación diaria media incidente sobre la superficie de captación por unidad de área.
 N el número de días del mes.
 $F'_r \tau\alpha$ un factor adimensional que viene dado por la expresión:

$$F'_r (\tau\alpha) = F_r (\tau\alpha)_n \times [(\tau\alpha) / (\tau\alpha)_n] \times (F'_r / F_r)$$

Siendo $F_r (\tau\alpha)_n$ el factor de eficiencia óptica del captador, es decir, ordenada en el origen de la curva característica del captador.
 $(\tau\alpha) / (\tau\alpha)_n$ el modificador del ángulo de incidencia.
 F'_r / F_r el factor de corrección del conjunto captador intercambiador.

8.7.4.4 CÁLCULO DEL PARÁMETRO D_2

El parámetro D_2 expresa la relación entre las pérdidas de energía del captador, para una determinada temperatura, y la carga calorífica de calentamiento durante un mes:

$$D_2 = \text{Energía perdida por el captador } (E_p) / \text{Carga calorífica mensual } (Q_a)$$

La energía perdida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$E_p = S_c \cdot F'_r \cdot U_L \cdot (100 - t_a) \cdot \Delta t \cdot K_1 \cdot K_2$$

Siendo S_c la superficie de los captadores. (m²).
 $F'_r U_L$ que se obtiene de la siguiente expresión:

$$F'_r U_L = F_r \times U_L \times (F'_r / F_r)$$

Siendo $F_r U_L$ la pendiente de la curva característica del captador.
 F'_r / F_r el factor de corrección del conjunto captador intercambiador.
 t_a la temperatura media mensual anual. (°C).
 Δt el periodo de tiempo considerado. (s).

K_1 el factor de corrección por almacenamiento que se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$K_1 = [\text{Kg de acumulación} / (75 \cdot S_c)]^{-0,25}$$

K_2 el factor de corrección, para ACS, que relaciona la temperatura mínima de ACS, la del agua de red y la media mensual ambiente, dado por la siguiente expresión:

$$K_2 = \frac{11,6 + 1,18 \cdot t_{ac} + 3,86 \cdot t_r - 2,32 \cdot t_a}{100 - t_a}$$

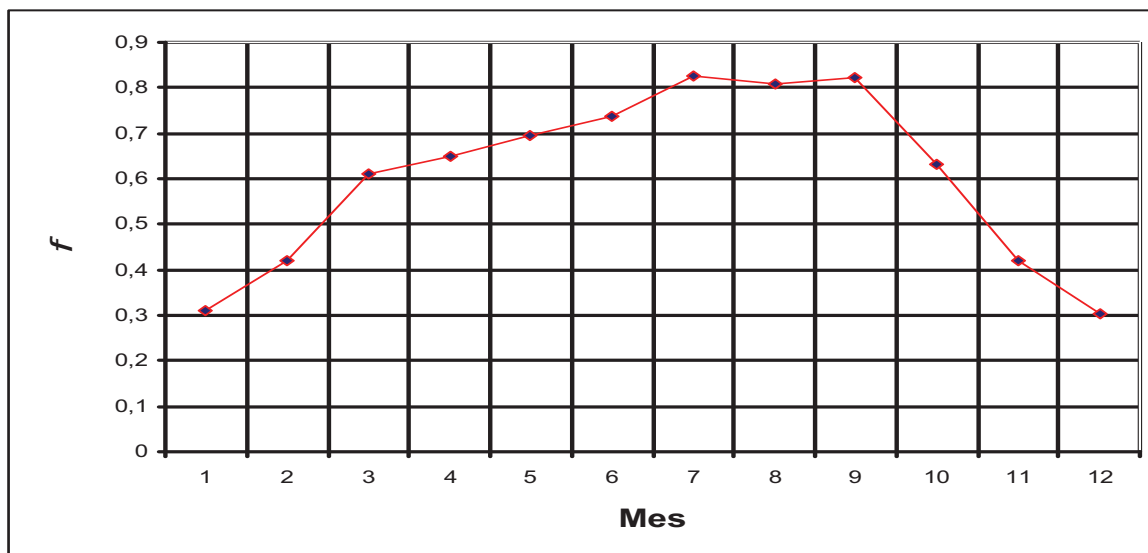
Siendo t_{ac} la temperatura mínima de ACS. (60 °C),
 t_r la temperatura del agua de red. (°C).
 t_a la temperatura media mensual del ambiente. (°C).

8.7.4.5 DETERMINACIÓN DE LA GRÁFICA f

Los valores que toma f se obtienen a partir de los valores D_1 y D_2 mediante la siguiente ecuación:

$$f = 1,029 D_1 - 0,06 D_2 - 0,245 (D_1)^2 + 0,0018 (D_2)^2 + 0,0215 (D_1)^3$$

A partir de los valores obtenidos mediante esta ecuación se realiza la gráfica de la función:



f representa la fracción de la carga calorífica mensual aportada por el sistema de energía solar. Se puede observar que en los meses de verano, la instalación solar aporta la totalidad de la energía necesaria para cubrir la demanda de ACS.

8.7.4.6 VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR MENSUAL

Con los valores de la función f calculados para cada mes, ya se puede calcular la energía útil captada cada mes. Este cálculo se realiza mediante la siguiente expresión:

$$Q_u = f \cdot Q_a$$

Siendo Q_u la energía útil cada mes por la instalación. (MJ).
 f la función.
 Q_a la carga calorífica mensual de ACS. (MJ).

El resto de la energía necesaria para completar la demanda la aporta la caldera.

8.7.4.7 VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR ANUAL

La relación entre la suma de las coberturas mensuales y la suma de las cargas caloríficas, o necesidades mensuales de calor, determina la cobertura anual del sistema:

$$\text{Cobertura solar anual} = \frac{\sum Q_u \text{ necesaria}}{\sum Q_a \text{ necesaria}}$$

8.7.5 DISPOSICIÓN DE LOS COLECTORES

Los colectores se dispondrán en filas que deben tener el mismo número de elementos y que las primeras no proyecten sombras sobre las siguientes.

Dentro de cada fila los colectores se conectarán en paralelo, solamente pueden disponerse en serie cuando la temperatura de utilización del agua caliente sea mayor que 50 °C. Las filas se conectarán entre sí también en paralelo. Solamente pueden disponerse en serie cuando los colectores dentro de las filas se hayan conectado en paralelo y se requiera una temperatura de utilización del agua mayor de 50 °C.

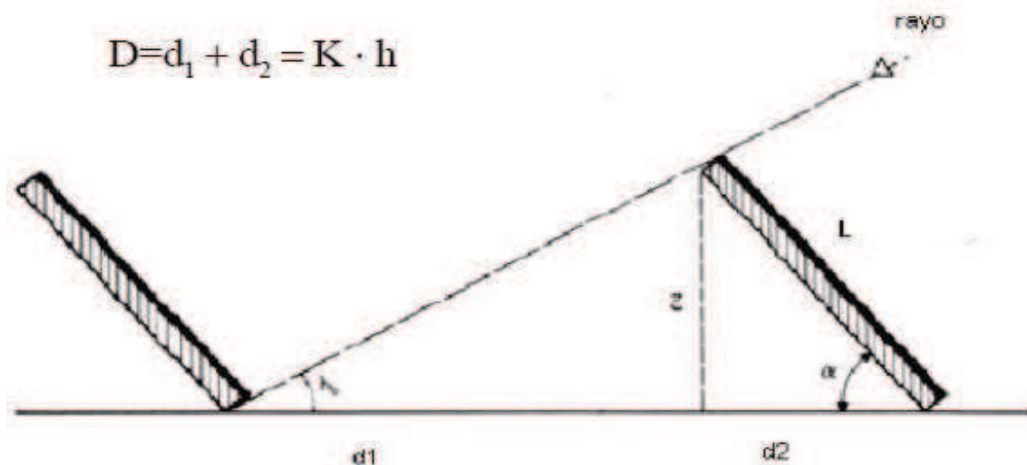
No deben conectarse en serie más de tres colectores ni más de tres filas de colectores conectados en paralelo.

La conexión entre colectores y entre filas se realizará de manera que el circuito resulte equilibrado hidráulicamente (retorno invertido), de lo contrario, se instalarán válvulas de equilibrado.

La distancia mínima entre filas de colectores paralelos montados sobre superficie plana es un parámetro que hay que fijar en atención a que no se produzcan pérdidas por sombreado de una fila de colectores por los colectores de la fila anterior.

El apartado del RITE 10.1.3.1 ha fijado la distancia mínima ($d_1 + d_2$) en función de la altura del captador (h) y un coeficiente K que varía con la inclinación.

Inclinación (°)	20	25	30	35	40	45	50	55
Coefficiente k	1.532	1.638	1.732	1.813	1.879	1.932	1.970	1.992



La distancia entre la primera fila de colectores y los obstáculos (de altura a) que puedan producir sombras sobre las superficies captadoras será mayor que el valor obtenido mediante la expresión:

$$d = 1,732 \cdot a$$

Los colectores se orientan hacia al sur geográfico, pudiéndose admitir desviaciones no mayores que 25° con respecto a dicha orientación. La inclinación en nuestro caso será de 45° .

8.7.6 FLUIDO DE TRABAJO

El DB-HE del CTE en su sección HE4 nos marca las condiciones que debe cumplir el fluido de trabajo del circuito primario:

1.- El fluido portador se seleccionará de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los captadores. Pueden utilizarse como fluidos en el circuito primario agua de la red, agua desmineralizada o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar de instalación y de la calidad del agua empleada. En caso de utilización de otros fluidos térmicos se incluirán en el proyecto su composición y su calor específico.

2.- El fluido de trabajo tendrá un pH a 20°C entre 5 y 9, y un contenido en sales que se ajustará a los señalados en los puntos siguientes:

- la salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor

se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650 $\mu\text{S}/\text{cm}$;

- b) el contenido en sales de calcio no excederá de 200mg/l, expresados como contenido en carbonato cálcico;
- c) el límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50mg/l.

3.- Fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada.

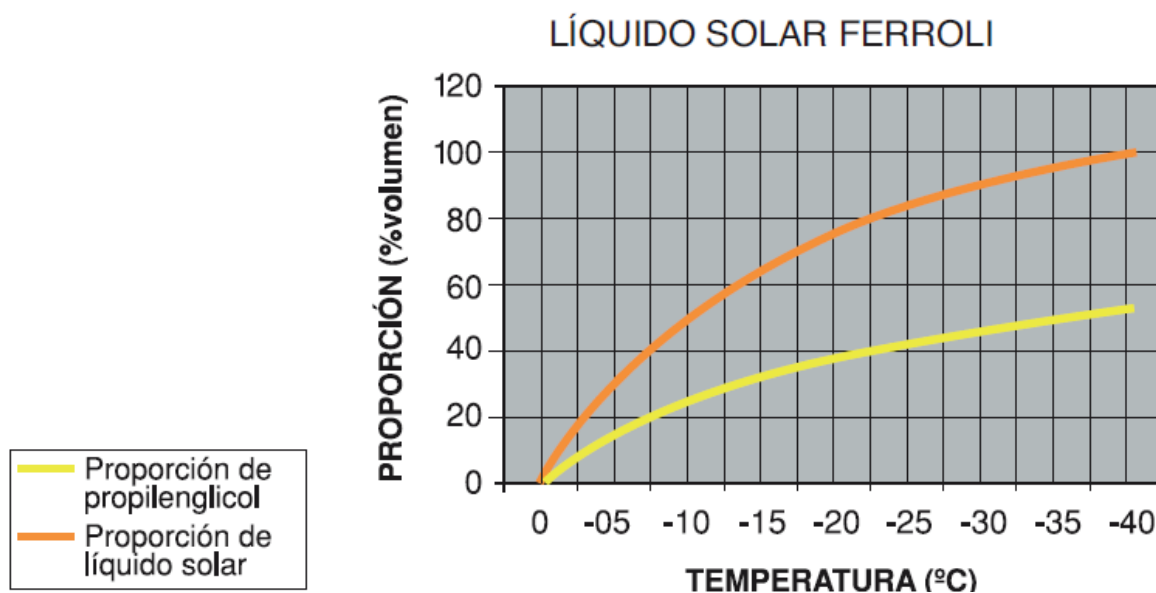
La climatología de Pamplona hace que sea un lugar con un alto riesgo de heladas en invierno. Por eso el fluido caloportador del circuito primario es una mezcla de agua y anticongelante.

La proporción de anticongelante la determina la temperatura mínima que ha de soportar la instalación. El punto de congelación del fluido caloportador ha de ser bajo puesto que ha de soportar una temperatura 5 °C inferior a la temperatura mínima histórica.

En el caso de Pamplona, la temperatura mínima histórica es de - 16 °C, por lo que el fluido caloportador ha de soportar una temperatura de - 21 °C.

La instalación va a utilizar el líquido solar de la marca FERROLI. Es un líquido con capacidad de protección hasta - 38 °C (en función del grado de concentración del producto en la mezcla circulante por el primario). Compuesto a base de propilenglicol, inhibidores de corrosión antiespumante, colorante y agua.

Las proporciones adecuadas de la mezcla según las temperaturas vienen dadas en la siguiente gráfica:



8.7.7 DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS DEL CIRCUITO PRIMARIO

Para las tuberías del **circuito primario** utilizamos **cobre como material** en vez de polietileno reticulado BARBI, como ocurría en el circuito secundario.

Esto es debido a que el CTE en su apartado 3.4.5 del HE-4 Ahorro de energía, nos obliga a utilizar cobre en el circuito primario, “En las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales el cobre y el acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embreadas y protección exterior con pintura anticorrosiva”.

Para dimensionar la instalación debemos conocer el caudal que va a fluir por el circuito primario. El CTE en su apartado 3.3.5.1 del HE-4 Ahorro de energía, nos indica que “El caudal del fluido portador se determinará de acuerdo con las especificaciones del fabricante como consecuencia del diseño de su producto. En su defecto su valor estará comprendido entre 1,2 l/s y 2 l/s por cada 100 m² de red de captadores”.

Una vez sabemos el caudal que debe circular por la instalación, consultamos en un diagrama de pérdidas de carga en tubos de cobre y así obtenemos tanto el diámetro de las tuberías como las pérdidas de carga.

La velocidad estará entre 0,5 m/s y 2 m/s al ser las tuberías de cobre.

Cabe recordar que las pérdidas de carga no deberán exceder de 40 mmca/m

El mismo sistema seguimos para hallar el diámetro y las pérdidas de carga de las tuberías de enlace con cada uno de los captadores solares.

El circuito secundario se dimensiona teniendo en cuenta que el caudal será más o menos un 10 % menor al del primario, esto es debido a la diferencia de calores específicos entre el fluido caloportador y el agua de red.

8.7.8 AISLAMIENTO

Las tuberías de ACS se aíslan de acuerdo con el apartado 1.2.4.2.1 de las ITE del RITE. (instrucciones técnicas complementarias).

El aislamiento mínimo de las tuberías es el que se establece en las siguientes tabla.

Para tuberías y accesorios que discurren por el interior del edificio.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Para tuberías y accesorios que discurren por el exterior del edificio.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

El material escogido para aislar las tuberías es espuma elastomérica negra autoadhesiva, cuya conductividad térmica es 0,040 W/m²K.

8.8 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN DE ACS CON REFUERZO SOLAR

8.8.1 VASOS DE EXPANSIÓN

Los vasos de expansión es el elemento que se utiliza en los circuitos de ACS para absorber el aumento de volumen que se produce al dilatarse el agua que contiene el circuito. Los vasos de expansión pueden ser de dos tipos: abiertos y cerrados.

Vaso de expansión abierto: es un recipiente que ha de estar en la parte más alta de la instalación para recoger el agua sobrante de la expansión y devolverla cuando se enfría. Al estar en contacto con el aire, el agua no puede superar los 95 °C para evitar que empiece a hervir. A menudo ha de tener un sistema para evitar que el agua se hiele. Además el montaje es más complicado que en el caso de los vasos de expansión cerrados, que se pueden instalar en la propia sala de calderas.

Vaso de expansión cerrado: está formado por una zona en contacto con el circuito primario de calefacción y por lo tanto llena de agua, y otra zona llena de aire o nitrógeno. Las dos zonas están separadas por una membrana impermeable. Al variar el volumen del agua del circuito el aire se comprime o se expande, proporcionando una presión de funcionamiento estable. Su ventaja es que puede estar en el mismo local que la caldera y por lo tanto al abrigo de las heladas.

Ventajas de los Vasos de expansión Cerrados respecto a los Vasos de expansión Abiertos:

- Fácil montaje.
- No absorben oxígeno.
- Elimina la necesidad de colocar conductos de seguridad.
- Se eliminan las pérdidas de carga por evaporación.

En este proyecto se utilizarán vasos de expansión cerrados.

Los vasos de expansión elegidos son:

Para el circuito primario

El vaso de expansión elegido es de la **marca IBAIONDO**, el **modelo 220 SMR** con capacidad para 200 litros.

Para el circuito secundario y de reparto

El **vaso de expansión** elegido es de la **marca IBAIONDO**, el **modelo 150 CMR** de 150 litros de capacidad.

8.8.2 BOMBAS

Las bombas deberán compensar las caídas de presión de los circuitos mediante la presión que imprimirá al fluido que circule por ellas.

Como norma general las bombas deben colocarse por debajo del circuito que impulsan y tener en cuenta que no haya depresión en ningún punto del circuito para que no se produzca cavitación. Las bombas se suelen situar en las partes frías del circuito.

Las condiciones que deben cumplir las bombas vienen expresadas en el DB-HE4 del CTE:

- 1.- Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.
- 2.- Cuando las conexiones de los captadores son en paralelo, el caudal nominal será el igual caudal unitario de diseño multiplicado por la superficie total de captadores en paralelo.
- 3.- La potencia eléctrica parasita para la bomba no debería exceder los valores dados en la tabla 3.4:

Tabla 3.4 Potencia eléctrica máxima de la bomba	
Sistema	Potencia eléctrica de la bomba
Sistema pequeño	50W o 2% de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el grupo de captadores.
Sistemas grandes	1% de la mayor potencia calorífica que puede suministrar el grupo de captadores

- 4.- La potencia máxima de la bomba especificada anteriormente excluye la potencia de las bombas de los sistemas de drenaje con recuperación, que solo es necesaria para rellenar el sistema después de un drenaje.
- 5.- La bomba permitirá efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga.



Las bombas elegidas son las siguientes:

1- Circuito caldera-intercambiador

Para un caudal de 1,44 l/s y unas pérdidas de 4,85 mca.

La bomba elegida será de la **marca Roca**, el modelo **SB-100XL**, utilizándola en la marcha 3.

2- Circuito intercambiador-acumulador de reparto

Para un caudal de 1,44 l/s y unas pérdidas de 0,999 mca.

La bomba elegida será de la **marca Roca**, el modelo **SB-50XA**, utilizándola en la marcha 3.

3- Circuito acumulador de reparto-acumulador solar

Para un caudal de 0,42 l/s y unas pérdidas de 0,229 mca.

La bomba elegida será de la **marca Roca**, el modelo **SB-10YA**, utilizándola en la marcha 1.

4- Circuito de reparto

Para un caudal de 10,15 l/s y unas pérdidas de 3,89 mca.

Elegiremos dos bombas puestas en paralelo, de la **marca Roca**, el modelo **SB-100XA** utilizándolas en la marcha 3.

5- Circuito solar

1- Circuito acumulador solar-intercambiador solar

Para un caudal de 0,42 l/s y unas pérdidas de 2,23 mca.

La bomba elegida será de la **marca Roca**, el modelo **SB-100XL**, utilizándola en la marcha 1.

2- Circuito primario

Para un caudal de 0,59 l/s y unas pérdidas de 4,71 mca.

La bomba elegida será de la **marca Roca**, el modelo **SB-100XL**, utilizándola en la marcha 2.

8.8.3 CONTADORES

Para medir el caudal de agua que gasta cada usuario de un servicio y posteriormente ser cobrado por la empresa o la compañía suministradora, se colocan los llamados contadores que se intercalan en la tubería y controlan el consumo de agua, registrando la cantidad en una esfera de lectura directa o indirecta mediante la conexión de los contadores de agua a interfaces de un ordenador.

El contador deberá ser de modelo homologado.

Los contadores serán divisionarios con dos llaves de paso, una anterior y otra posterior.

Se colocarán en los descansillos de cada planta, estarán cerrados con puerta e irán provistos de llave de manera que no puedan ser manipulados.

8.8.4 ELEMENTOS DE REGULACIÓN

8.8.4.1 TERMOSTATOS

Son elementos de regulación del tipo “todo-nada”. Su actuación dependerá del valor que reciba de unos sensores, sondas, que recogerán datos relativos a temperaturas. Sirve para asegurar el mantenimiento de una temperatura o bien de una diferencia de temperatura, en cuyo caso se llaman termostatos diferenciales. Su actuación va dirigida a cualquier elemento de la instalación que se desee controlar, ya sea una bomba, válvula, etc.

Las bombas 3 y 4 funcionarán según los datos recogidos por el termostato diferencial, de los sensores de temperatura colocados en el acumulador solar y en las placas solares.

8.8.4.2 SENSORES

Son elementos informadores del circuito. Su labor se limita a recoger datos tales como temperatura, presión, etc. Y mandarlos a los termostatos, centralita de regulación de la instalación para que decidan su acción.

Son conocidos como sondas y serán los encargados de recoger datos de temperatura en aquellos lugares en los que se han instalado, procurándose que sean los lugares más representativos de la instalación.

En función de su situación existen sondas exteriores, interiores y de inmersión.

La posición del sensor resulta fundamental para el correcto funcionamiento del sistema de control, ya que su posición define la temperatura que controla

8.8.4.3 ACTUADORES

Son los elementos que emplea el sistema de control.

Sirven de intermediarios entre el regulador electrónico y los dispositivos que este controla. Bajo este nombre se conoce a relés, contactadores y a los elementos de estado sólido.

8.8.4.4 MANÓMETROS

El manómetro se trata de un elemento de control que consiste en una esfera que indica la presión instantánea de la red en el punto en el que se ubica. Se instalarán antes y después de las bombas para tenerlas controladas. Dado que no suele ser habitual una presión de red superior a 6 bar se suelen diseñar para poder medir hasta esa presión.

8.8.4.5 VÁLVULAS

La válvula es el elemento de regulación del caudal del circuito hidráulico. De su acción dependerá en buena medida la eficacia de un sistema hidráulico.

En la actualidad existen multitud de válvulas comerciales pero solo será de interés en le presente proyecto las de seguridad, anti-retorno, de paso y la de tres vías.

- Válvulas de seguridad: son las encargadas de limitar la presión máxima circuito al cual protegen, de manera que, justo antes de que la presión del circuito llegue a la de tarado de la válvula esta se abrirá protegiendo al circuito de sobrepresiones que podrían dañar al circuito.

La presión de tarado de la válvula corresponde a la máxima soportable por el vaso de expansión que es el elemento más delicado del circuito.

Por lo dispuesto en la IT 1.3.4.2.5 del RITE, en todo circuito cerrado de líquidos se dispondrá de al menos una válvula de seguridad que impedirá el aumento de la presión interior por encima del timbre.

Al ser tanto el circuito de ACS como el de calefacción circuitos cerrados dispondrán de sus correspondientes válvulas de seguridad en sus correspondientes vasos de expansión. Además se dispondrá de otra en la caldera en cumplimiento de la ITE 02.15.5

La descarga de estas válvulas será visible y se conducirán a un lugar seguro.

- Válvulas anti-retorno: estas válvulas tienen una acción reguladora del caudal muy simple que consiste en imposibilitar el retorno del fluido por el circuito por el cual discurre. La acción de estas válvulas se limita a no permitir un cambio de sentido contrario al diseño. Así se evita la posibilidad de que en un momento dado el fluido retorne por donde vino.

- Válvula de paso: la acción de estas válvulas tiene por objeto disminuir el flujo en mayor o menor medida en una parte del circuito.

En este proyecto se utiliza la válvula de esfera como se ha especificado con anterioridad.

El mecanismo es simple, consiste en el funcionamiento de una esfera (con agujero pasante de diámetro igual a la tubería que asiste) solidariamente unida a una palanca de mano. Actuando sobre esta se hará coincidir en mayor o menor medida el taladro de la bola con la tubería produciendo una mayor o menor obstrucción al flujo.

- Válvula de tres vías: la acción de estas válvulas consiste en desviar el caudal circulante por un tramo de tubería a un segundo tramo.

En el proyecto estará colocado en la tubería de reparto, si la centralita lo demanda se abrirá la válvula y llegará agua de red, para enfriar el agua que llega a las viviendas.

8.8.4.6 PURGADOR

Con objeto de eliminar los gases contenidos en el fluido caloportador, se dispondrá al sistema de un purgador en cada colector (punto más elevado de la instalación).

8.8.4.7 CENTRALITA DE REGULACIÓN

En las instalaciones solares se instalan bombas que se activarán cuando la diferencia entre la temperatura del fluido a la salida de los colectores y la del depósito de acumulación en su parte inferior alcance un valor prefijado. La lectura de los datos de temperatura las realizan las sondas térmicas de inmersión. Las sondas informan a los termostatos diferenciales y estos a la central de regulación que activará los elementos de estado sólido que activarán o desactivarán las bombas.

Las bombas del primario y del circuito acumulador solar-intercambiador actuarán simultáneamente ya que su acción va destinada a un intercambiador que comparten y es su elemento de relación. Un termostato diferencial les mandará pasar a marcha o parada. La acción del termostato es muy sencilla, ordena a las bombas activarse o parar según sea la lectura de la temperatura del acumulador solar y esta respecto a los colectores. Lógicamente es de esperar mayor temperatura en los colectores ya que de no ser así se estaría sacando energía del acumulador a los colectores.

En cualquier caso podría resultar insuficiente la energía solar y encontrarse el agua del depósito principal a una temperatura inferior a la de consumo. En tal caso estaría en funcionamiento la fuente de energía auxiliar. Como fuente de energía auxiliar se dispondrá de una caldera a gas de potencia igual a la necesaria para calentar toda el agua de consumo. Una vez se haya activado la caldera se mantendrá activa hasta dejar la temperatura del agua del depósito auxiliar a 60 °C, momento en el cual parará y no volverá a activarse hasta que nuevamente el agua del depósito auxiliar descienda por debajo de los 53 °C.

8.8.4.8 GRIFOS DE VACIADO

Se trata de una llave de paso necesaria en todo circuito hidráulico.

Sirven para vaciar el circuito en situaciones necesarias tales como mantenimiento y reparación entre otras. A fin de acometer estas operaciones de forma pronta y cómoda se colocará una llave de paso en la parte inferior de cada circuito. Esta llave es conocida como grifo de vaciado por la función que desempeña.

Por lo establecido en las instrucciones técnicas del RITE su diámetro será de 25 mm.

También existirá la posibilidad de vaciado tanto de los depósitos de acumulación solar como del acumulador auxiliar y la caldera. Sus diámetros son los establecidos por los fabricantes.

La conexión entre la válvula de vaciado y el embudo de desagüe se hará de tal forma que el paso de agua resulte visible.

La actuación de esta válvula es del tipo manual mediante volante si bien frecuentemente se suele sustituir el volante por una tuerca de manera que no puede haber una apertura accidental de la misma, ya que para actuar sobre la tuerca es preciso contar con la llave adecuada.

9. SALA DE CALDERAS

La sala de calderas se encuentra en el garaje del edificio, entre la cuesta de entrada y los trasteros. Desde ahí, parten todas las tuberías para llevar el agua para la calefacción y para el ACS.

Se seguirá las normas y características expresadas en la norma UNE 60.601, las características que no aparecen en esta norma deben de ser tomadas de la norma UNE 100.020.

Según se expresa en la ITE 02.7, las salas de calderas estarán destinadas exclusivamente a contener las calderas y los equipos auxiliares o accesorios de la instalación; no podrán ser utilizados para otros fines, ni realizarse en ellas trabajos ajenos a la propia instalación. En particular se prohíbe la utilización de la sala de calderas como almacén, así como la ubicación en la misma de depósitos de combustible o almacenamiento de los mismos, salvo lo que permita la reglamentación específica.

En cuanto a los accesos, tendrán como mínimo, el número de entradas necesarias para que ningún punto diste más de 15 m de algún acceso. Es aconsejable dotarlas de dos accesos independientes, y de ser posible, uno desde el exterior.

Cuando el acceso sea desde el interior del edificio se efectuará a través de un vestíbulo, este no será necesario si el acceso es desde el exterior.

Las puertas, que abrirán siempre hacia fuera, tendrán las dimensiones suficientes para permitir el paso de todos los equipos que deban ser instalados en la sala, con unas medidas mínimas de 0,80 m de ancho y 2,00 m de altura. Asimismo, dispondrán de cerradura con llave desde el exterior y serán de fácil apertura desde el interior, incluso si han cerrado con llave.

En cuanto a las dimensiones de la sala serán lo suficientemente grandes como para ubicar la caldera y todos los equipos necesarios, además de tener el espacio suficiente para acceder a los órganos de maniobra y control. Se guardará una distancia, entre la caldera y los demás elementos incluidas las paredes, de 0,50 m como mínimo.

Aunque no se especifique en la norma, es adecuado colocar un cartel en el exterior de la puerta de acceso a la Sala con la siguiente inscripción.

**CALDERA DE GAS
PROHÍBIDA LA ENTRADA
A TODA PERSONA AJENA AL SERVICIO**

Además deberá incluirse alumbrado de emergencia.

La sala de calderas debe satisfacer las condiciones de protección contra incendios, incluidas en la norma NBE-CPI/96, teniendo la presente un carácter de riesgo bajo, por tratarse de un consumo calorífico nominal comprendido entre 70 KW y 600 KW.

Se dispondrá de un extintor de eficacia mínima 89B en el exterior de la sala de calderas, junto a la puerta de entrada de esta. En el interior también será necesaria y suficiente la instalación de otro extintor de las mismas características, ya que no habrá ningún punto de sala de calderas que diste más de 15 m de este.

No se instalarán extintores automáticos, ya que en caso de incendio es preferible que se mantenga la llama a que se provoque un escape de gas sin quemar.

Sobre la derivación propia de la caldera, se colocará antes e independientemente de la válvula de seguridad, una llave de cierre manual de fácil acceso.

La sala de caldera tendrá una superficie de 40 m².

En la sala de calderas deberá preverse una adecuada entrada de aire para la perfecta combustión del gas en el quemador, y para la ventilación general del local.

9.1 CÁLCULO DE LA CALDERA

La caldera ha de ser capaz de suministrar la potencia necesaria tanto para abastecer la demanda de calefacción como de agua caliente sanitaria (calculando sin ayuda de las placas solares).

Es la encargada de calentar el agua de consumo mediante la combustión de un combustible, en nuestro caso gas natural.

La potencia que tiene que cubrir la caldera es 251,72 KW.

Por lo tanto la caldera elegida es *ecoCRAFT exclusiv VKK 2806/3-E* de la marca *VALLIANT*. Es una caldera de condensación de 280 KW de poder calorífico nominal que se puede modular en el rango 19 % - 100% (51,0 KW - 275,5 KW). Esta caldera es suficiente para cubrir las necesidades de calefacción y ACS.

En comparación con las calderas convencionales, se consigue un ahorro de hasta el 30 % en el consumo de energía y se reducen, hasta en un 70 %, las emisiones de óxido de nitrógeno y dióxido de carbono.

9.2 CÁLCULO DE LA CHIMENEA

La chimenea es el conducto que partiendo de la caldera, servirá para la evacuación de los productos de la combustión generados en esta. Habrá de diseñarse de modo que permita una correcta evacuación de los humos.

Las normas que debe cumplir la chimenea se exponen en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), en las instrucciones técnicas IT 1.3.4.1.3.

La chimenea elegida es circular de **acero inoxidable de 200 mm de diámetro**. El aislante térmico de la chimenea es **lana de roca de 30 mm de espesor**.

10. LEGIONELLA

La legionelosis es una enfermedad bacteriana de origen ambiental que suele presentar dos formas clínicas diferenciadas: la infección pulmonar o Enfermedad del Legionario, que se caracteriza por neumonía con fiebre alta, y la forma no neumónica, conocida como Fiebre de Pontiac, que se manifiesta como un síndrome febril agudo y de pronóstico leve.

La legionella es una bacteria ambiental capaz de sobrevivir en un amplio intervalo de condiciones físico-químicas, multiplicándose entre 20 °C y 45 °C, destruyéndose a 70 °C. Su temperatura óptima de crecimiento es 35-37 °C.

Su nicho ecológico natural son las aguas superficiales, como lagos, ríos, estanques, formando parte de su flora bacteriana. Desde estos reservorios naturales la bacteria puede colonizar los sistemas de abastecimiento de las ciudades y, a través de la red de

distribución de agua, se incorpora a los sistemas de agua u otros sistemas que requieren agua para su funcionamiento como las torres de refrigeración.

En algunas ocasiones, en estas instalaciones, mal diseñadas, sin mantenimiento o con un mantenimiento inadecuado, se favorece el estancamiento del agua y la acumulación de productos nutrientes de la bacteria, como lodos, materia orgánica, materias de corrosión y amebas, formando una biocapa. La presencia de esta biocapa, junto a una temperatura propicia, explica la multiplicación de *Legionella* hasta concentraciones infectantes para el ser humano.

Las instalaciones que con mayor frecuencia se encuentran contaminadas con *Legionella* y han sido identificadas como fuentes de infección son los sistemas de distribución de agua sanitaria, y los equipos de enfriamiento de agua evaporativos, tales como las torres de refrigeración y los condensadores evaporativos.

Según el Real Decreto 865/2003, la instalación de ACS incluida en este proyecto se encuentra entre las instalaciones con mayor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*, ya que se trata de un sistema de agua caliente sanitaria con acumulador y circuito de retorno.

En el artículo 7 del Real Decreto 865/2003, del 4 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, están expuestas las medidas preventivas específicas de las instalaciones:

- a) Garantizar la total estanqueidad y la correcta circulación del agua, evitando su estancamiento, así como disponer de suficientes puntos de purga para vaciar completamente la instalación, que estarán dimensionados para permitir la eliminación de los sedimentos.
- b) Disponer en el agua de aporte sistemas de filtración según la norma UNE-EN13443-1, equipo de acondicionamiento del agua en el interior de los edificios – filtros mecánicos- parte 1: partículas de dimensiones comprendidas entre 80 mm y 150 mm- requisitos de funcionamiento, seguridad y ensayo.
- c) Facilitar la accesibilidad a los equipos para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras.
- d) Utilizar materiales, en contacto con el agua de consumo humano, capaces de resistir una desinfección mediante elevadas concentraciones de cloro o de otros desinfectantes o por elevación de temperatura, evitando aquellos que favorezcan el crecimiento microbiano y la formación de biocapa en el interior de las tuberías.
- e) Mantener la temperatura del agua en el circuito de agua fría lo más baja posible procurando, donde las condiciones climatológicas lo permitan, una temperatura inferior a 20 °C, para lo cual las tuberías estarán suficientemente alejadas de las de agua caliente o en su defecto aisladas térmicamente.



- f) Garantizar que, si la instalación interior de agua fría de consumo humano dispone de depósitos, éstos estén tapados con una cubierta impermeable que ajuste perfectamente y que permita el acceso al interior. Si se encuentran situados al aire libre estarán térmicamente aislados. Si se utiliza cloro como desinfectante, se añadirá, si es necesario, al depósito mediante dosificadores automáticos.
- g) Asegurar, en todo el agua almacenada en los acumuladores de agua caliente finales, es decir, inmediatamente anteriores a consumo, una temperatura homogénea y evitar el enfriamiento de zonas interiores que propicien la formación y proliferación de la flora bacteriana.
- h) Disponer de un sistema de válvulas de retención, según la norma UNE-EN 717, que eviten retornos de agua por pérdida de presión o disminución del caudal suministrado y en especial, cuando sea necesario para evitar mezclas de agua de diferentes circuitos, calidades o usos.
- i) Mantener la temperatura del agua, en el circuito de agua caliente, por encima de 50 °C en el punto más alejado del circuito o en la tubería de retorno al acumulador. La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70 °C.



11. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO I: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.....	95369,45 €
CAPÍTULO II: INSTALACIÓN DE ACS.....	42233,90 €
CAPÍTULO III: INSTALACIÓN SOLAR.....	41155,80 €
<hr/>	
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL.....	178759,15 €
GASTOS GENERALES (13%).....	23238,69 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%).....	10725,55 €
I.V.A (18%).....	32176,65 €
<hr/>	
TOTAL.....	244900,04 €

El total del presupuesto asciende a la cantidad de **DOSCIENTOS CUARENTA Y CUATRO MIL NOVECIENTOS EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS.**



Pamplona, Junio de 2012

Firmado:

Iñigo Arteaga Jaunsarás

(Ingeniero Técnico Industrial)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE CALECCIÓN Y AGUA CALIENTE
SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TREINTA Y CUATRO
VIVIENDAS EN PAMPLONA.

2 CÁLCULOS

Iñigo Arteaga Jaunsarás

Tutor: José Vicente Valdenebro García

Pamplona, Junio de 2012



ÍNDICE

1. DEMANDA ENERGÉTICA.....	5
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.....	5
1.2 DETERMINACIÓN DE LA ZONA CLIMÁTICA A PARTIR DE VALORES TABULADOS.....	5
1.3 TRANSMITANCIA TÉRMICA.....	6
1.3.1 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR....	6
1.3.1.1 MURO EXTERIOR.....	8
1.3.1.2 SEPARACIÓN DE VIVIENDAS CON EL PATIO INTERIOR.....	8
1.3.1.3 CUBIERTA DEL EDIFICIO.....	9
1.3.2 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES.....	10
1.3.2.1 SEPARACIÓN DE LAS VIVIENDAS CON EL RELLANO Y LAS ESCALERAS.....	11
1.3.2.2 SEPARACIÓN ENTRE GARAJE Y PLANTA BAJA.....	13
1.3.3 HUECOS Y LUCERNARIOS.....	13
1.3.4 PILARES.....	16
1.4 FACTOR SOLAR MODIFICADO DE HUECOS Y LUCERNARIOS.....	17
1.5 CONDENSACIONES.....	19
1.5.1 CONDICIONES INICIALES.....	19
1.5.2 CONDENSACIONES SUPERFICIALES.....	19
1.5.3 CONDENSACIONES INTERSTICIALES.....	23
1.6 FICHAS JUSTIFICATIVAS.....	33
2. CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS DEL EDIFICIO.....	37



3. CÁLCULO DE CALEFACCIÓN.....	127
3.1 ELECCIÓN DE LOS EMISORES.....	127
3.2 CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS DEL EDIFICIO.....	128
3.3 CÁLCULO DEL CAUDAL DE LOS RADIADORES.....	129
3.4 CÁLCULO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	137
3.4.1 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD Y DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS.....	137
3.4.2 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA PRIMARIAS.....	155
3.4.3 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA SECUNDARIAS.....	157
3.5 AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA INSTALACIÓN.....	199
3.6 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.....	159
3.6.1 CÁLCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN.....	159
3.6.2 CÁLCULO DE LA BOMBA.....	161
3.6.3 CONTADORES.....	161
3.6.4 ELEMENTOS DE REGULACIÓN.....	162
4. INSTALACIÓN DE ACS CON REFUERZO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA....	163
4.1 CÁLCULO DE LOS CAUDALES INSTANTÁNEA.....	163
4.2 CÁLCULO DEL CONSUMO DE ACS.....	165
4.3 CÁLCULO DEL CIRCUITO SECUNDARIO.....	166
4.3.1 CÁLCULO DEL DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN DE REPARTO.....	166
4.3.2 CÁLCULO DEL INTERCAMBIADOR DE REPARTO.....	169
4.3.3 DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS ENTRE CALDERA Y ACUMULADOR DE REPARTO.....	170
4.3.4 DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS ENTRE LOS ACUMULADORES.....	171

4.3.5	DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE REPARTO.....	171
4.3.5.1	DIMENSIONADO DE LA DERIVACIONES A LOS APARATOS.....	175
4.3.5.2	DIMENSIONADO DE LOS DIÁMETROS DE LOS CUARTOS HÚMEDOS.....	175
4.3.6	DIMENSIONADO CIRCUITO DE RETORNO.....	177
4.3.7	AISLAMIENTO.....	178
4.4	ENERGÍA SOLAR.....	180
4.4.1	DATOS DE PARTIDA.....	180
4.4.2	CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN.....	181
4.4.3	CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS.....	182
4.4.4	DIMENSIONADO DEL CIRCUITO SOLAR.....	183
4.4.4.1	CÁLCULO DEL ACUMULADOR SOLAR.....	183
4.4.4.2	CÁLCULO DEL INTERCAMBIADOR SOLAR.....	184
4.4.4.3	DIMENSIONADO DE LOS COLECTORES SOLARES.....	185
4.4.4.3.1	VALORACIÓN DE LAS CARGAS CALORÍFICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ACS.....	185
4.4.4.3.2	VALORACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE EN LA SUPERFICIE INCLINADA DE LOS COLECTORES.....	186
4.4.4.3.3	CÁLCULO DEL PARÁMETRO D1.....	185
4.4.4.3.4	CÁLCULO DEL PARÁMETRO D2.....	189
4.4.4.3.5	DETERMINACIÓN DE LA GRÁFICA f	191
4.4.4.3.6	VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR ANUAL.....	193



4.4.5 DISPOSICIÓN DE LOS COLECTORES.....	193
4.4.6 FLUIDO DE TRABAJO.....	194
4.4.7 DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS DEL CIECUITO PRIMARIO.....	195
4.4.8 AISLAMIENTO.....	196
4.5 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.....	197
4.5.1 CÁLCULO DE LOS VASOS DE EXPANSIÓN.....	197
4.5.2 CÁLCULO DE LAS BOMBAS.....	201
4.5.3 CONTADORES.....	204
4.5.4 ELEMENTOS DE REGULACIÓN.....	204
5. CÁLCULO DE LA CALDERA.....	204
5.1 CÁLCULO DE LA CHIMENEA.....	205



1. DEMANDA ENERGÉTICA

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El edificio se sitúa en la localidad de Pamplona (NAVARRA), capital de la Comunidad Foral de Navarra, se encuentra en el Soto de Lezcairu, entre las calles Bardenas Reales y Cataluña.

Los espacios interiores del edificio se clasifican en **habitables, baja carga interna y con higrometría 3 o inferior**.

Baja carga interna: espacios en los que se disipa poco calor, en esta categoría se incluyen todos los espacios de viviendas y aquellas zonas asimilables a éstos en usos y dimensión.

Higrometría 3 o inferior: espacios en los que no se prevé una alta producción de humedad, se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales.

Podemos aplicar la opción simplificada ya que el porcentaje de huecos en todas las fachadas del edificio es inferior al 60% máximo establecido en el CTE.

Fachada Norte:	$S_{\text{total}} = 846,62 \text{ m}^2$	$S_{\text{hueco}} = 280,77 \text{ m}^2$	(32,84 %)
Fachada Sur:	$S_{\text{total}} = 937,07 \text{ m}^2$	$S_{\text{hueco}} = 255,40 \text{ m}^2$	(25,57 %)
Fachada Este:	$S_{\text{total}} = 130,37 \text{ m}^2$	$S_{\text{hueco}} = 19,47 \text{ m}^2$	(7,77 %)
Fachada Oeste:	$S_{\text{total}} = 130,37 \text{ m}^2$	$S_{\text{hueco}} = 19,47 \text{ m}^2$	(7,77 %)

1.2 DETERMINACIÓN DE LA ZONA CLIMÁTICA A PARTIR DE VALORES TABULADOS

Como Pamplona es capital de provincia, la altura a la que se encuentra situada es la de referencia (456 m), por lo que según la tabla D.1 (Documento Básico HE1, Ahorro de energía), la zona climática a la que pertenece es la D1.

Tabla D.1.- Zonas climáticas

Capital de provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de Gran Canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Portevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa Cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

1.3 TRANSMITANCIA TÉRMICA

1.3.1 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR

Utilizamos las siguientes expresiones (explicado más detalladamente en la memoria):

$$\text{Transmitancia térmica} \quad U = \frac{1}{R_t} \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

Siendo R_t la resistencia térmica total del componente constructivo ($\text{m}^2\text{K/W}$).

La resistencia térmica total R_t de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas (éste es nuestro caso) debe calcularse mediante la expresión:

$$R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Siendo R_t, R_1, \dots, R_n las resistencias térmicas de cada capa.

R_{si} y R_{se} las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior.

La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por la expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m²K/W

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	R _{se}	R _{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente	0,04	0,17

Cámaras de aire sin ventilar, en las que no existe ningún sistema específico para el flujo de aire a través de ella.

Tabla E.2 Resistencias térmicas de cámaras de aire en m² K/W

e (cm)	Sin ventilar	
	horizontal	vertical
1	0,15	0,15
2	0,16	0,17
5	0,16	0,18

Hay tres tipos de cerramientos en contacto con el aire exterior:

1.3.1.1 MURO EXTERIOR

MATERIAL	e (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Mortero de cemento (1250 < d < 1450)	0,015	0,700	0,021
BC con mortero aislante	0,240	0,298	0,805
Enfoscado de mortero de cemento	0,020	0,700	0,029
MW Lana mineral	0,060	0,041	1,463
Tabique de ladrillo hueco sencillo	0,040	0,445	0,090
Enlucido de yeso (1000 < d < 1300)	0,020	0,570	0,035

De las tablas E.1, E.2 (Documento Básico HE1, Ahorro de energía) sacamos:

$$R_{se} = 0,040; \quad R_{si} = 0,130;$$

Por lo tanto la resistencia térmica total será $R_t = 2,613 \text{ m}^2\text{K/W}$

Por lo que la transmitancia térmica del muro exterior será:

$U_m = 0,383 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,86 \text{ W/m}^2\text{K}$ (tabla 2.1 del DB-HE1, Ahorro de energía).

1.3.1.2 SEPARACIÓN DE VIVIENDAS CON EL PATIO INTERIOR

MATERIAL	e (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Mortero de cemento (1250 < d < 1450)	0,015	0,700	0,021
BC con mortero aislante	0,240	0,298	0,805
MW Lana mineral	0,060	0,041	1,463
Tabique de ladrillo hueco simple	0,040	0,445	0,090
Enlucido de yeso (1000 < d < 1300)	0,020	0,570	0,035

De las tablas E.1, E.2 (Documento Básico HE1, Ahorro de energía) sacamos:

$$R_{se} = 0,040; \quad R_{si} = 0,130;$$

Por lo tanto la resistencia térmica total será $R_t = 2,584 \text{ m}^2\text{K/W}$

Por lo que la transmitancia térmica será:

$U_{vpi} = 0,387 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,86 \text{ W/m}^2\text{K}$ (tabla 2.1 del DB-HE1, Ahorro de energía).

1.3.1.3 CUBIERTA DEL EDIFICIO

MATERIAL	e (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Gravilla (15mm diámetro)	0,050	0,810	0,062
Mortero de protección M4	0,050	0,700	0,071
MW Lana mineral	0,080	0,041	1,951
Mortero de regulación M4	0,050	0,700	0,071
Lámina asfáltica autoprotegida	0,004	0,220	0,018
Hormigón ligero de arlita	0,120	0,420	0,286
Forjado unidireccional de hormigón	0,300	1,422	0,211
Enlucido de yeso aislante (500 < d < 600)	0,020	0,180	0,111

Hay que distinguir si estamos en verano o en invierno ya que el flujo de calor cambia de sentido. Por eso haremos dos cálculos distintos.

Invierno

De la tabla E.1 (DB-HE1, Ahorro de energía) sacamos:

$$R_{se} = 0,040; \quad R_{si} = 0,100$$

Por lo tanto la resistencia térmica total será $R_t = 2,921 \text{ m}^2\text{K/W}$

Por lo que la transmitancia térmica será:

$$U_c = 0,342 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Verano

De la tabla E.1 (DB-HE1, Ahorro de energía) sacamos:

$$R_{se} = 0,040; \quad R_{si} = 0,170$$

Por lo tanto la resistencia térmica total será $R_t = 2,991 \text{ m}^2\text{K/W}$

Por lo que la transmitancia térmica será:

$$U_c = 0,334 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Cogemos la opción más desfavorable, que en este caso es la de invierno y comparamos el valor con el de la tabla 2.1 (DB-HE1, Ahorro de energía).

$$U_c = 0,342 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,490 \text{ Wm}^2/\text{K}$$

1.3.2 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES

La transmitancia térmica se calcula con las siguientes expresiones. Todo el proceso de cálculo de la transmitancia está explicado detalladamente en la memoria.

La transmitancia térmica U (W/m^2K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = U_p \cdot b$$

La U_p se calcula como si se tratase de un muro exterior.

Tabla E.6 Resistencias térmicas superficiales de *particiones interiores* en m^2K/W

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}
<i>Particiones interiores</i> verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal	0,13	0,13
<i>Particiones interiores</i> horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente	0,10	0,10
<i>Particiones interiores</i> horizontales y flujo descendente	0,17	0,17

El coeficiente de reducción de la temperatura b se calcula con la tabla E.7 si estamos en uno de los casos que aparecen en la tabla, sino es así, se utiliza otro método explicado en la memoria.

Tabla E.7 Coeficiente de reducción de temperatura b

A_{Uj}/A_{Uj0}	No aislado _{ue} -Aislado _{ui}		No aislado _{ue} -No aislado _{ui}		Aislado _{ue} -No aislado _{ui}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0.25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0.25 ≤ 0.50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0.50 ≤ 0.75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0.75 ≤ 1.00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1.00 ≤ 1.25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1.25 ≤ 2.00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2.00 ≤ 2.50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2.50 ≤ 3.00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3.00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

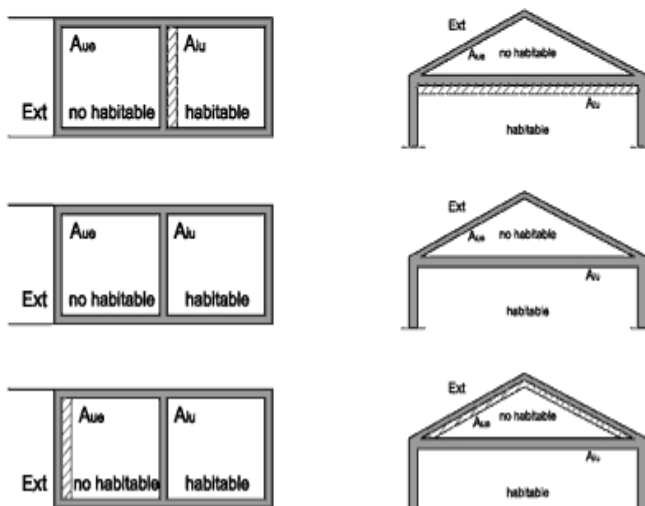


Figura E.6 Espacios habitables en contacto con espacios no habitables

Hay tres tipos de cerramientos en contacto con espacios no habitables:

1.3.2.1 SEPARACIÓN DE LAS VIVIENDAS CON EL RELLANO Y LAS ESCALERAS

MATERIAL	e (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Revestimiento de yeso	0,020	0,300	0,067
Tabicón de ladrillo hueco doble	0,070	0,432	0,162
Enfoscado de mortero de cemento	0,020	0,700	0,029
MW Lana mineral	0,060	0,041	1,463
Tabique de ladrillo hueco simple	0,040	0,445	0,090
Enlucido de yeso (1000 < d < 1300)	0,015	0,570	0,026

De la tabla E.6 (DB-HE1, Ahorro de energía) sacamos:

$$R_{se} = 0,130; \quad R_{si} = 0,130$$

Por lo tanto la resistencia térmica total será $R_t = 2,097 \text{ m}^2\text{K/W}$

Por lo que la transmitancia térmica será:

$$U_p = 0,477 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Miramos el valor de b en la tabla E.7 (DB-HE1, Ahorro de energía).

Tiene las siguientes características:

$$\text{No Aislado}_{ue} - \text{Aislado}_{iu}$$

Caso 2: espacio muy ventilado, que comprende aquellos espacios con un nivel de estanqueidad 4 o 5.

$$A_{iu} / A_{ue} = > 3$$

Con estos datos $b = 0,90$

Por lo que la transmitancia térmica del cerramiento será:

$U_{vre} = 0,429 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,86 \text{ W/m}^2\text{K}$ (tabla 2.1 del DB-HE1, Ahorro de energía).

Hay dos casos particulares (la vivienda 0B5, 0A1-0B1), en las que el cociente $A_{iu} / A_{ue} = 0,37$ y $1,5$ respectivamente.

Con ese dato $b = 0,99$ $b = 0,95$

Por lo que la transmitancia térmica será:

$U_{vre} = 0,472 \text{ W/m}^2\text{K}$ (0B5) $<< 0,86 \text{ W/m}^2\text{K}$ (tabla 2.1 del DB-HE1, Ahorro de energía).

$U_{vre} = 0,453 \text{ W/m}^2\text{K}$ (0A1-0B1) $<< 0,86 \text{ W/m}^2\text{K}$ (tabla 2.1 del DB-HE1, Ahorro de energía).

1.3.2.2 SEPARACIÓN ENTRE GARAJE Y PLANTA BAJA

MATERIAL	e (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Plaqueta	0,025	1,000	0,025
Mortero de cemento (1800 < d < 2000)	0,040	1,300	0,031
MW Lana mineral	0,060	0,041	1,463
Forjado unidireccional de hormigón	0,300	1,422	0,211
Enlucido de yeso (d < 1000)	0,015	0,400	0,038

De la tabla E.6 (DB-HE1, Ahorro de energía) sacamos:

$$R_{se} = 0,170; \quad R_{si} = 0,170$$

Por lo tanto la resistencia térmica total será $R_t = 2,108 \text{ m}^2\text{K/W}$

Por lo que la transmitancia térmica será:

$$U_p = 0,474 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Miramos el valor de b en la tabla E.7 (DB-HE1, Ahorro de energía)

Tiene las siguientes características:

No Aislado_{ue} - Aislado_{iu}

Caso 1: espacio ligeramente ventilado, que comprende aquellos espacios con un nivel de estanqueidad 1, 2 o 3.

$$A_{iu} / A_{ue} = > 3$$

Con estos datos $b = 0,81$

Por lo que la transmitancia térmica del cerramiento será:

$U_{gpb} = 0,384 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,86 \text{ W/m}^2\text{K}$ (tabla 2.1 del DB-HE1, Ahorro de energía).

1.3.3 HUECOS Y LUCERNARIOS

La transmitancia térmica se calcula con la siguiente expresión. Todo el proceso de cálculo de la transmitancia térmica está explicado detalladamente en la memoria.

$$U_H = (1-FM) U_{H,V} + FM U_{H,m}$$

1.3.3.1 HUECOS

Los huecos se dividen en puertas y ventanas.

PUERTAS

Todas las puertas de entrada a las viviendas son de madera de pino (1,733 m² cada puerta).

MATERIAL	e (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Madera de pino	0,050	0,163	0,307

De la tabla E.6 (DB-HE1, Ahorro de energía) sacamos:

$$R_{se} = 0,130; \quad R_{si} = 0,130$$

Por lo tanto la resistencia térmica total será: $R_t = 0,567 \text{ m}^2\text{K/W}$

Por lo que la transmitancia térmica será:

$$U_{pu} = 1,764 \text{ W/m}^2\text{K} < 3,5 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (tabla 2.1 del DB-HE1, Ahorro de energía).}$$

VENTANAS

Sólo hay un tipo de ventana en las viviendas, cambia su tamaño dependiendo de la estancia de la vivienda en la que se encuentren.

$$V1: 0,6 \text{ m}^2 \quad V2: 1,21 \text{ m}^2 \quad V3: 1,54 \text{ m}^2 \quad V4: 2,52 \text{ m}^2 \quad V5: 4,21 \text{ m}^2$$

La ventana está compuesta por acristalamiento doble con cámara de aire (4 mm + 12 mm + 4 mm). El marco es de PVC (gris claro) con tres cámaras.

Hay ciento nueve ventanas que dan al norte, ciento nueve que dan al sur, catorce ventanas que dan al oeste y una que da al suroeste.

Planata baja: - Norte - 10 ventanas V1	Sur - 10 ventanas V1
20 ventanas V2	20 ventanas V2
5 ventanas V3	5 ventanas V3

Planta 1ª: - Norte - 11 ventanas V1	Sur - 11 ventanas V1
21 ventanas V2	21 ventanas V2
5 ventanas V3	5 ventanas V3



	- Oeste – 4 ventanas V2 3 ventanas V4	Suroeste – 1 ventana V5
Planta 2ª:	- Norte - 11 ventanas V1 21 ventanas V2 5 ventanas V3	Sur - 11 ventanas V1 21 ventanas V2 5 ventanas V3
	- Oeste – 4 ventanas V2 3 ventanas V4	Suroeste – 1 ventana V5

Para calcular la transmitancia térmica de las ventanas utilizamos la siguiente expresión:

$$U_H = (1-FM) U_{H,V} + FM U_{H,m}$$

- Ventana **V1** (0,6 m²)

$$U_{H,V} = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{H,m} = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$FM = 0,47$$

Por lo que la transmitancia térmica será:

$$U_{V1} = 2,330 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- Ventana **V2** (1,21 m²)

$$U_{H,V} = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{H,m} = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$FM = 0,32$$

Por lo que la transmitancia térmica será:

$$U_{V2} = 2,480 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- Ventana **V3** (1,54 m²)

$$U_{H,V} = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{H,m} = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$FM = 0,23$$

Por lo que la transmitancia térmica será:

$$U_{V3} = 2,570 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- Ventana **V4** (2,52 m²)

$$U_{H,V} = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{H,m} = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$FM = 0,25$$

Por lo que la transmitancia térmica será:

$$U_{V4} = 2,550 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- Ventana **V5** (4,213 m²)

$$U_{H,V} = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{H,m} = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$FM = 0,29$$

Por lo que la transmitancia térmica será:

$$U_{V5} = 2,510 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Las transmitancias de todas las ventanas son inferiores a 3,5 W/m²K (tabla 2.1 del DB-HE1, Ahorro de energía).

1.3.4 PILARES

Los pilares se calculan de esta forma puesto que son puentes térmicos integrados en los cerramientos cuya superficie es superior a 0,5 m².

MATERIAL	e (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Mortero de cemento (1250 < d < 1450)	0,015	0,700	0,021
Ladrillo perforado	0,115	0,667	0,172
Enfoscado de mortero de cemento	0,015	0,700	0,021
MW Lana mineral	0,060	0,041	1,463
Pilar de hormigón armado	0,300	2,300	0,130
Enlucido de yeso (1000 < d < 1300)	0,015	0,570	0,026

De la tabla E.1 (DB HE, Ahorro de energía) sacamos:

$$R_{se} = 0,04; \quad R_{si} = 0,130$$

Por lo tanto la resistencia térmica total será $R_t = 2,003 \text{ m}^2\text{K/W}$

Por lo que la transmitancia térmica será:

$U_p = 0,499 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,86 \text{ W/m}^2\text{K}$ (tabla 2.1 del DB-HE1, Ahorro de energía).

1.4 FACTOR SOLAR MODIFICADO DE HUECOS Y LUCERNARIOS

El factor solar modificado se calcula con la siguiente expresión. Todo el proceso de cálculo del factor solar está explicado detalladamente en la memoria.

$$F = F_s [(1 - FM) g_{\perp} + FM 0,04 U_m \alpha]$$

Fachada sur

- Ventanas V2

$$\begin{aligned} F_s &= 0,67 \\ FM &= 0,32 \\ g_{\perp} &= 0,750 \\ U_m &= 1,80 \text{ W/m}^2\text{K} \\ \alpha &= 0,40 \text{ (gris claro)} \end{aligned}$$

Por lo que el factor solar modificado será:

$$F_H = 0,348$$

- Ventanas V3

$$\begin{aligned} F_s &= 0,67 \\ FM &= 0,23 \\ g_{\perp} &= 0,750 \\ U_m &= 1,80 \text{ W/m}^2\text{K} \\ \alpha &= 0,40 \text{ (gris claro)} \end{aligned}$$

Por lo que el factor solar modificado será:

$$F_H = 0,391$$

- Ventanas V1 (patio interior)

$$\begin{aligned} F_s &= 0,51 \\ FM &= 0,47 \\ g_{\perp} &= 0,750 \\ U_m &= 1,80 \text{ W/m}^2\text{K} \\ \alpha &= 0,40 \text{ (gris claro)} \end{aligned}$$



Por lo que el factor solar modificado será:

$$\mathbf{F_H = 0,210}$$

Fachada oeste

- Ventanas V2

$$F_s = 0,82$$

$$F_M = 0,32$$

$$g_{\perp} = 0,750$$

$$U_m = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha = 0,40 \text{ (gris claro)}$$

Por lo que el factor solar modificado será:

$$\mathbf{F_H = 0,426}$$

- Ventanas V4

$$F_s = 0,87$$

$$F_M = 0,25$$

$$g_{\perp} = 0,750$$

$$U_m = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha = 0,40 \text{ (gris claro)}$$

Por lo que el factor solar modificado será:

$$\mathbf{F_H = 0,496}$$

- Ventanas V5

$$F_s = 0,79$$

$$F_M = 0,32$$

$$g_{\perp} = 0,750$$

$$U_m = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha = 0,40 \text{ (gris claro)}$$

Por lo que el factor solar modificado será:

$$\mathbf{F_H = 0,410}$$

Fachada este

- Ventanas V2 (patio interior)

$$F_s = 0,82$$

$$F_M = 0,25$$

$$g_{\perp} = 0,750$$

$$U_m = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha = 0,40 \text{ (gris claro)}$$

Por lo que el factor solar modificado será:

$$F_H = 0,467$$

Al ser un edificio de baja carga interna, en la tabla 2.2 del DB-HE1 del CTE no aparece ningún valor para el F_H , por lo que no debe cumplir ningún requisito.

1.5 CONDENSACIONES

1.5.1 CONDICIONES INICIALES

Como mi edificio se encuentra en Pamplona (capital de provincia), miro los datos de temperatura y humedad relativa para el exterior en la tabla G.2 (DB-HE1, Ahorro de energía) para el mes de enero, al ser este el mes más desfavorable. En el interior tomamos 20°C de temperatura y la humedad relativa depende de la clase de higrometría de nuestro espacio (higrometría 3 o inferior).

	EXTERIOR	INTERIOR
TEMPERATURA	4,5 °C	20 °C
HUMEDAD RELATIVA	80 %	55 %

1.5.2 CONDENSACIONES SUPERFICIALES

Las condensaciones superficiales se calculan mediante el factor de temperatura de la superficie interior con la siguiente expresión. Todo el proceso de cálculo del factor de temperatura está explicado detalladamente en la memoria.

$$f_{Rsi} = 1 - U \cdot 0,25$$

Se debe cumplir que $f_{Rsi} > f_{Rsi,min}$ (tabla 3.2 del DB-HE1, Ahorro de energía).

En nuestro caso el factor de temperatura de la superficie interior mínimo será:

$$f_{Rsi,min} = 0,61.$$

Lo sacamos de la siguiente tabla (zona D, higrometría 3 o inferior).

Tabla 3.2 Factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi,min}$

Categoría del espacio	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Clase de higrometría 5	80	80	80	90	90
Clase de higrometría 4	66	66	69	75	78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0,50	52	56	61	64

Muro exterior

$$U_m = 0,383 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$f_{Rsi} = 0,904$$

$$f_{Rsi} = 0,904 > f_{Rsi,min} = 0,61$$

Separación de viviendas con el patio interior

$$U_{vpi} = 0,387 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$f_{Rsi} = 0,903$$

$$f_{Rsi} = 0,903 > f_{Rsi,min} = 0,61$$

Cubierta del edificio

Invierno

$$U_c = 0,342 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$f_{Rsi} = 0,915$$

$$f_{Rsi} = 0,915 > f_{Rsi,min} = 0,61$$



Verano

$$U_c = 0,334 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$f_{Rsi} = 0,917$$

$$f_{Rsi} = 0,917 > f_{Rsi,min} = 0,61$$

Separación de las viviendas con el rellano y las escaleras

$$U_{vre} = 0,429 \text{ W/m}^2\text{K} \quad U_{vre} = 0,472 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (0B5)} \quad U_{vre} = 0,453 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (0A1-0B1)}$$

$$f_{Rsi} = 0,893 \quad f_{Rsi} = 0,882 \text{ (0B5)} \quad f_{Rsi} = 0,887 \text{ (0A1-0B1)}$$

$$f_{Rsi} = 0,882 > f_{Rsi,min} = 0,61$$

Separación entre garaje y planta baja

$$U_{gpb} = 0,384 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$f_{Rsi} = 0,904$$

$$f_{Rsi} = 0,904 > f_{Rsi,min} = 0,61$$

Puertas de acceso a las viviendas

$$U_{pu} = 1,764 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$f_{Rsi} = 0,559$$

$$f_{Rsi} = 0,559 < f_{Rsi,min} = 0,61$$

Ventanas

Ventana V1

$$U_{V1} = 2,330 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$f_{Rsi} = 0,418$$

$$f_{Rsi} = 0,418 < f_{Rsi,min} = 0,61$$

Ventana 2

$$U_{V2} = 2,480 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$f_{Rsi} = 0,380$$

$$f_{Rsi} = 0,380 < f_{Rsi,min} = 0,61$$

Ventana 3

$$U_{V3} = 2,570 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$f_{Rsi} = 0,358$$

$$f_{Rsi} = 0,358 < f_{Rsi,min} = 0,61$$

Ventana 4

$$U_{V4} = 2,550 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$f_{Rsi} = 0,363$$

$$f_{Rsi} = 0,363 < f_{Rsi,min} = 0,61$$

Ventana 5

$$U_{V5} = 2,510 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$f_{Rsi} = 0,373$$

$$f_{Rsi} = 0,373 < f_{Rsi,min} = 0,61$$

Pilares

$$U_p = 0,499 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$f_{Rsi} = 0,875$$

$$f_{Rsi} = 0,875 > f_{Rsi,min} = 0,61$$

En todos los cerramientos se cumple que $f_{Rsi} > f_{Rsi,min}$, en los únicos que no se cumple es en las ventanas y puerta de acceso a la vivienda. Esto no nos preocupa ya que no se producirán condensaciones debido a que el sistema de calefacción creará sobre las ventanas y la puerta una barrera de vapor impidiendo las condensaciones.

1.5.3 CONDENSACIONES INTERSTICIALES

El proceso de cálculo de las condensaciones intersticiales está explicado detalladamente en la memoria.

1.5.3.1 MURO EXTERIOR

Distribución de la temperatura

$$\theta_e = 4,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_i = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$R_T = 2,613 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_T} (\theta_i - \theta_e)$$

Capas	R (m ² K/W)	θ (C°)
Exterior	0,040	4,737
Capa 1	0,021	4,862
Capa 2	0,805	9,637
Capa 3	0,029	9,809
Capa 4	1,463	18,487
Capa 5	0,090	19,021
Capa 6	0,035	19,229
Interior	0,130	20,000

Distribución de la presión de vapor de saturación

Como todas las temperaturas son mayores que 0 °C utilizamos la siguiente ecuación:

$$P_{sat} = 610,5 e^{\frac{17,269\theta}{237,3+\theta}}$$

$$P_{sat} (se) = 855,99 \text{ Pa}$$

$$P_{sat} (C1) = 863,50 \text{ Pa}$$

$$P_{sat} (C2) = 1197,78 \text{ Pa}$$

$$P_{sat} (C3) = 1211,69 \text{ Pa}$$

$$P_{sat} (C4) = 2126,85 \text{ Pa}$$

$$P_{sat} (C5) = 2199,03 \text{ Pa}$$

$$P_{sat} (C6) = 2227,72 \text{ Pa}$$

$$P_{sat} (si) = 2336,95 \text{ Pa}$$

Distribución de presión de vapor

La presión de vapor se calcula con la siguiente ecuación:

$$P_n = P_{n-1} + \frac{S_{d(n-1)}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e)$$

La presión exterior y la interior se calculan con las siguientes ecuaciones:

$$P_i = \phi_i P_{sat}(\theta_i)$$

$$P_e = \phi_e P_{sat}(\theta_e)$$

El espesor de aire equivalente de cada capa frente a la difusión del vapor de agua se calcula con la siguiente ecuación:

$$S_{dn} = e_n \mu_n$$

Capas	e (m)	μ	S_d (m)
Capa 1	0,015	10	0,15
Capa 2	0,240	10	2,40
Capa 3	0,020	10	0,20
Capa 4	0,060	1	0,06
Capa 5	0,040	10	0,40
Capa 6	0,020	6	0,12

$$S_{dn} = 3,33 \text{ m}$$

$$P_i = 1285,32 \text{ Pa}$$

$$P_e = 684,79 \text{ Pa}$$

$$P_1 = 711,84 \text{ Pa} < P_{sat}(C1) = 863,50 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 1144,65 \text{ Pa} < P_{sat}(C2) = 1197,78 \text{ Pa}$$

$$P_3 = 1180,72 \text{ Pa} < P_{sat}(C3) = 1211,69 \text{ Pa}$$

$$P_4 = 1191,54 \text{ Pa} < P_{sat}(C4) = 2126,85 \text{ Pa}$$

$$P_5 = 1263,68 \text{ Pa} < P_{sat}(C5) = 2199,03 \text{ Pa}$$

$$P_6 = 1285,32 \text{ Pa} < P_{sat}(C6) = 2227,72 \text{ Pa}$$

No habrá condensaciones ya que las presiones de vapor son menores que las presiones de vapor de saturación en cada una de las capas.

1.5.3.2 SEPARACIÓN DE LAS VIVIENDAS CON EL PATIO INTERIOR

Distribución de la temperatura

$$\theta_e = 4,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_i = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$R_T = 2,584 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_T} (\theta_i - \theta_e)$$

Capas	R (m ² K/W)	θ (C°)
Exterior	0,040	4,740
Capa 1	0,021	4,866
Capa 2	0,805	9,695
Capa 3	1,463	18,471
Capa 4	0,090	19,011
Capa 5	0,035	19,221
Interior	0,130	20,000

Distribución de la presión de vapor de saturación

$$P_{sat} (se) = 856,17 \text{ Pa}$$

$$P_{sat} (C1) = 863,74 \text{ Pa}$$

$$P_{sat} (C2) = 1202,45 \text{ Pa}$$

$$P_{sat} (C3) = 2124,72 \text{ Pa}$$

$$P_{sat} (C4) = 2197,66 \text{ Pa}$$

$$P_{sat} (C5) = 2226,61 \text{ Pa}$$

$$P_{sat} (si) = 2336,95 \text{ Pa}$$

Distribución de presión de vapor

MATERIAL	e (m)	μ	S _d (m)
Capa 1	0,015	10	0,15
Capa 2	0,240	10	2,40
Capa 3	0,060	1	0,06
Capa 4	0,040	10	0,40
Capa 5	0,020	6	0,12

$$S_{dn} = 3,13 \text{ m}$$

$$p_i = 1285,32 \text{ Pa}$$

$$p_e = 684,94 \text{ Pa}$$

$$p_1 = 713,71 \text{ Pa} < p_{\text{sat}}(C1) = 863,74 \text{ Pa}$$

$$p_2 = 1174,07 \text{ Pa} < p_{\text{sat}}(C2) = 1202,45 \text{ Pa}$$

$$p_3 = 1185,58 \text{ Pa} < p_{\text{sat}}(C3) = 2124,72 \text{ Pa}$$

$$p_4 = 1262,31 \text{ Pa} < p_{\text{sat}}(C4) = 2197,66 \text{ Pa}$$

$$p_5 = 1285,32 \text{ Pa} < p_{\text{sat}}(C5) = 2226,61 \text{ Pa}$$

No habrá condensaciones ya que las presiones de vapor son menores que las presiones de vapor de saturación en cada una de las capas.

1.5.3.3 CUBIERTA DEL EDIFICIO

Distribución de la temperatura

$$\theta_e = 4,5 \text{ °C}$$

$$\theta_i = 20 \text{ °C}$$

$$R_T = 2,921 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_T} (\theta_i - \theta_e)$$

Capas	R (m ² K/W)	θ (C°)
Exterior	0,040	4,712
Capa 1	0,062	5,041
Capa 2	0,071	5,418
Capa 3	1,951	15,771
Capa 4	0,071	16,148
Capa 5	0,018	16,244
Capa 6	0,286	17,762
Capa 7	0,211	18,882
Capa 8	0,111	19,471
Interior	0,100	20,000

Distribución de la presión de vapor de saturación

$P_{sat} (se) = 854,49 \text{ Pa}$
 $P_{sat} (C1) = 874,36 \text{ Pa}$
 $P_{sat} (C2) = 897,63 \text{ Pa}$
 $P_{sat} (C3) = 1790,87 \text{ Pa}$
 $P_{sat} (C4) = 1834,53 \text{ Pa}$
 $P_{sat} (C5) = 1845,79 \text{ Pa}$
 $P_{sat} (C6) = 2032,16 \text{ Pa}$
 $P_{sat} (C7) = 2180,04 \text{ Pa}$
 $P_{sat} (C8) = 2261,52 \text{ Pa}$
 $P_{sat} (si) = 2336,95 \text{ Pa}$

Distribución de presión de vapor

MATERIAL	e (m)	μ	S_d (m)
Capa 1	0,050	50	2,50
Capa 2	0,050	10	0,50
Capa 3	0,080	1	0,08
Capa 4	0,050	10	0,50
Capa 5	0,004	50000	200,00
Capa 6	0,120	10	1,20
Capa 7	0,300	80	24,00
Capa 8	0,020	6	0,12

$$S_{dn} = 228,90$$

$$P_i = 1285,32 \text{ Pa}$$

$$P_e = 683,59 \text{ Pa}$$

$$P_1 = 690,16 \text{ Pa} < P_{sat} (C1) = 874,36$$

$$P_2 = 691,47 \text{ Pa} < P_{sat} (C2) = 897,63$$

$$P_3 = 691,68 \text{ Pa} < P_{sat} (C3) = 1790,87$$

$$P_4 = 692,99 \text{ Pa} < P_{sat} (C4) = 1834,53 \text{ Pa}$$

$$P_5 = 1218,75 \text{ Pa} < P_{sat} (C5) = 1845,79 \text{ Pa}$$

$$P_6 = 1221,91 \text{ Pa} < P_{sat} (C6) = 2032,16 \text{ Pa}$$

$$P_7 = 1285,00 \text{ Pa} < P_{sat} (C7) = 2180,04 \text{ Pa}$$

$$P_8 = 1285,32 \text{ Pa} < P_{sat} (C8) = 2261,52 \text{ Pa}$$

No habrá condensaciones ya que las presiones de vapor son menores que las presiones de vapor de saturación en cada capa.

1.5.3.4 SEPARACIÓN DE LAS VIVIENDAS CON EL RELLANO Y LAS ESCALERAS

Distribución de la temperatura

$$\theta_e = 4,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_i = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$R_T = 2,097 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_T} (\theta_i - \theta_e)$$

Capas	R (m ² K/W)	θ (C°)
Exterior	0,130	5,461
Capa 1	0,067	5,956
Capa 2	0,162	7,153
Capa 3	0,029	7,367
Capa 4	1,463	18,181
Capa 5	0,090	18,846
Capa 6	0,026	19,038
Interior	0,130	20,000

Distribución de la presión de vapor de saturación

$$P_{\text{sat}} (se) = 900,32 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}} (C1) = 931,78 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}} (C2) = 1011,91 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}} (C3) = 1026,85 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}} (C4) = 2086,42 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}} (C5) = 2175,14 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}} (C6) = 2201,36 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}} (si) = 2336,95 \text{ Pa}$$

Distribución de presión de vapor

MATERIAL	e (m)	μ	S_d (m)
Capa 1	0,020	4	0,08
Capa 2	0,070	10	0,70
Capa 3	0,020	10	0,20
Capa 4	0,060	1	0,06
Capa 5	0,040	10	0,40
Capa 6	0,015	6	0,09

$$S_{dn} = 1,53 \text{ m}$$

$$P_i = 1285,32 \text{ Pa}$$

$$P_e = 720,26 \text{ Pa}$$

$$P_1 = 749,81 \text{ Pa} < P_{sat}(C1) = 931,78 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 1008,33 \text{ Pa} < P_{sat}(C2) = 1011,91 \text{ Pa}$$

$$P_3 = 1082,19 \text{ Pa} < P_{sat}(C3) = 1026,85 \text{ Pa}$$

$$P_4 = 1104,35 \text{ Pa} < P_{sat}(C4) = 2086,42 \text{ Pa}$$

$$P_5 = 1252,08 \text{ Pa} < P_{sat}(C5) = 2175,14 \text{ Pa}$$

$$P_6 = 1285,32 \text{ Pa} < P_{sat}(C6) = 2201,36 \text{ Pa}$$

No habrá condensaciones ya que las presiones de vapor son menores que las presiones de vapor de saturación en cada capa.

1.5.3.5 SEPARACIÓN ENTRE GARAJE Y PLANTA BAJA

Distribución de la temperatura

$$\theta_e = 4,5 \text{ °C}$$

$$\theta_i = 20 \text{ °C}$$

$$R_T = 2,108 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_T} (\theta_i - \theta_e)$$

Capas	R (m ² K/W)	θ (C°)
Exterior	0,170	5,750
Capa 1	0,025	5,934
Capa 2	0,031	6,162
Capa 3	1,463	16,919
Capa 4	0,211	18,471
Capa 5	0,038	18,750
Interior	0,170	20,000

Distribución de la presión de vapor de saturación

$$P_{sat}(se) = 918,57 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(C1) = 930,37 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(C2) = 945,16 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(C3) = 1926,73 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(C4) = 2124,72 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(C5) = 2162,13 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(si) = 2336,95 \text{ Pa}$$

Distribución de presión de vapor

MATERIAL	e (m)	μ	S _d (m)
Capa 1	0,025	30	0,75
Capa 2	0,040	10	0,40
Capa 3	0,060	1	0,06
Capa 4	0,300	80	24
Capa 5	0,015	6	0,09

$$S_{dn} = 25,30 \text{ m}$$

$$P_i = 1285,32 \text{ Pa}$$

$$P_e = 734,86 \text{ Pa}$$

$$P_1 = 749,70 \text{ Pa} < P_{sat}(C1) = 930,37 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 751,01 \text{ Pa} < P_{sat}(C2) = 945,16 \text{ Pa}$$

$$P_3 = 751,18 \text{ Pa} < P_{sat}(C3) = 1926,73 \text{ Pa}$$

$$P_4 = 1273,19 \text{ Pa} < P_{sat}(C4) = 2124,72 \text{ Pa}$$

$$P_5 = 1275,15 \text{ Pa} < P_{sat}(C5) = 2162,13 \text{ Pa}$$

No habrá condensaciones ya que las presiones de vapor son menores que las presiones de vapor de saturación en cada capa.

1.5.3.7 PILARES

Distribución de la temperatura

$$\theta_e = 4,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_i = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$R_T = 2,003 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_T} (\theta_i - \theta_e)$$

Capas	R (m ² K/W)	θ (C°)
Exterior	0,040	4,810
Capa 1	0,021	4,972
Capa 2	0,172	6,303
Capa 3	0,021	6,466
Capa 4	1,463	17,787
Capa 5	0,130	18,793
Capa 6	0,026	18,994
Interior	0,130	20,000

Distribución de la presión de saturación

$$P_{\text{sat}}(\text{se}) = 860,37 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\text{C1}) = 870,16 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\text{C2}) = 954,41 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\text{C3}) = 965,21 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\text{C4}) = 2035,37 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\text{C5}) = 2167,95 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\text{C6}) = 2195,33 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\text{si}) = 2336,95 \text{ Pa}$$

Distribución de presión de vapor

MATERIAL	e (m)	μ	S _d (m)
Capa 1	0,015	10	0,15
Capa 2	0,115	10	1,15
Capa 3	0,015	10	0,15
Capa 4	0,060	1	0,06
Capa 5	0,300	80	24,00
Capa 6	0,015	6	0,09

$$S_{\text{dn}} = 25,60 \text{ m}$$



$$P_i = 1285,32 \text{ Pa}$$

$$P_e = 688,30 \text{ Pa}$$

$$P_1 = 691,80 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(C1) = 870,16 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 718,62 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(C2) = 954,41 \text{ Pa}$$

$$P_3 = 722,12 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(C3) = 965,21 \text{ Pa}$$

$$P_4 = 723,52 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(C4) = 2035,37 \text{ Pa}$$

$$P_5 = 1283,23 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(C5) = 2167,95 \text{ Pa}$$

$$P_6 = 1285,33 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(C6) = 2195,33 \text{ Pa}$$

No habrá condensaciones ya que las presiones de vapor son menores que las presiones de vapor de saturación en cada capa.

1.6 FICHAS JUSTIFICATIVAS

Ficha 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA	D1	ZONA DE BAJA CARGA INTERNA
----------------	----	----------------------------

MUROS (U_{Mm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² K)	AxU (W/K)	Resultados
N	Muro exterior	340,42	0,383	130,38	$\Sigma A=570,46$ $\Sigma AxU=225,53$ $U_{Mm}=\Sigma AxU/\Sigma A=0,395$
	Pared separación vivienda y patio interior	175,44	0,387	67,90	
	Pilar	54,6	0,499	27,25	
E	Muro exterior	81,25	0,383	31,12	$\Sigma A=228,67$ $\Sigma AxU=91,05$ $U_{Mm}=\Sigma AxU/\Sigma A=0,398$
	Pared separación vivienda y patio interior	121,68	0,387	47,09	
	Pilar	25,74	0,499	12,84	
O	Muro exterior	128,65	0,383	49,27	$\Sigma A=194,95$ $\Sigma AxU=77,81$ $U_{Mm}=\Sigma AxU/\Sigma A=0,399$
	Pared separación vivienda y patio interior	40,56	0,387	15,70	
	Pilar	25,74	0,499	12,84	
S	Muro exterior	326,39	0,383	125,01	$\Sigma A=556,43$ $\Sigma AxU=220,16$ $U_{Mm}=\Sigma AxU/\Sigma A=0,396$
	Pared separación vivienda y patio interior	175,44	0,387	67,90	
	Pilar	54,60	0,499	27,25	
Pared separación vivienda y rellano-escaleras		375,12	0,472	177,06	$\Sigma A=375,12$ $\Sigma AxU=177,06$ $U_{Mm}=\Sigma AxU/\Sigma A=0,472$

SUELOS (U_{Sm})				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	AxU (W/K)	Resultados
Suelo entre la planta baja y el garaje	742,5	0,384	308,88	$\Sigma A=742,5$ $\Sigma AxU=285,12$ $U_{Sm}=\Sigma AxU/\Sigma A=0,384$

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{Cm} , F_{Lm})				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	AxU (W/K)	Resultados
Cubierta	894,2	0,342	305,82	$\Sigma A=894,2$ $\Sigma AxU=305,82$ $U_{Cm}=\Sigma AxU/\Sigma A=0,342$

HUECOS (U_{Hm} , F_{Hm})				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	AxU (W/K)	Resultados
N V1. Acristalamiento doble con cámara de aire (4+12+4) mm	18	2,330	41,94	$\Sigma A=126,46$ $\Sigma AxU=313,27$ $U_{Hm}=\Sigma AxU/\Sigma A=2,477$
V2. Acistalamiento doble con cámara de aire (4+12+4)mm	82,28	2,480	204,05	
V3. Acristalamiento doble con cámara de aire (4+12+4) mm	26,18	2,570	67,28	

Tipos		A	U	F	AxU	AxF	Resultados
E	V2. Acristalamiento doble con cámarade aire (4+12+4) mm	10,89	2,480	0,467	27,01	5,09	$\Sigma A=10,89$ $\Sigma AxU=27,01$ $\Sigma AxF=5,09$ $U_{Hm}=\Sigma AxU/\Sigma A=2,480$ $F_{Hm}=\Sigma AxF/\Sigma A=0,467$
O	V2. Acristalamiento doble con cámara de aire (4+12+4) mm	16,94	2,480	0,426	42,01	7,22	$\Sigma A=36,27$ $\Sigma AxU=91,14$ $\Sigma AxF=16,45$ $U_{Hm}=\Sigma AxU/\Sigma A=2,513$ $F_{Hm}=\Sigma AxF/\Sigma A=0,454$
	V4. Acristalamiento doble con cámara de aire (4+12+4) mm	15,12	2,550	0,496	38,56	7,50	
	V5. Acristalamiento doble con cámara de aire (4+12+4) mm	4,21	2,510	0,410	10,57	1,73	
S	V1. Acristalamiento doble con cámara de aire (4 +12 +4) mm	18	2,330	0,210	41,94	3,78	$\Sigma A=119,20$ $\Sigma AxU=295,27$ $\Sigma AxF=40,13$ $U_{Hm}=\Sigma AxU/\Sigma A=2,477$ $F_{Hm}=\Sigma AxF/\Sigma A=0,337$
	V2. Acristalamiento doble con cámara de aire (4+12+4) mm	75,02	2,480	0,348	186,05	26,11	
	V3. Acristalamiento doble con cámara de aire (4+12+4) mm	26,18	2,570	0,391	67,28	10,24	

Puertas de entrada a la vivienda	58,92	1,764	103,94	$\Sigma A=58,92$ $\Sigma A \times U=103,94$ $U_{Cm}=\Sigma A \times U/\Sigma A=1,764$
----------------------------------	-------	-------	--------	---

Ficha 2 Conformidad – Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	D1	ZONA DE ALTA CARGA INTERNA
----------------	----	----------------------------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\text{máx}}(\text{proyecto})$	$U_{\text{máx}}$
Muros de fachada	0,383	≤ 0.86
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno		
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0,472	
Suelos	0,384	≤ 0.64
Cubiertas	0,342	≤ 0.49
Huecos	2,570	≤ 3.5
Medianerías		≤ 1

MUROS DE FACHADA		HUECOS					
	U_{Mm}	U_{Mlim}		U_{Hm}	U_{Hlim}	F_{Hm}	F_{Hlim}
N	0,395	≤ 0.66		2,477	$\leq 3,5$		En nuestra zona climática no existe F_{Hlim}
E	0,398			2,480	$\leq 3,5$	0,467	
O	0,399			2,513		0,454	
S	0,396			2,477	≤ 3.5	0,337	
SE					≤ 3.5		
SO							

SUELOS		CUBIERTAS	
U_{Sm}	U_{Slim}	U_{Cm}	U_{Clim}
0,384	≤ 0.49	0,342	≤ 0.38

Ficha 3 Conformidad – Condensaciones

CERRAMIENTOS Y PARTICIONES INTERIORES											
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales								
	$f_{Rsi} \geq f_{Rsimin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	Capa 8
Muro exterior	f_{Rsi}	0,904	$P_{sat,n}$	863,50	1197,78	1211,69	2126,85	2199,03	2227,72		
	f_{Rsimin}	0,61	P_n	711,68	1144,65	1180,72	1191,54	1263,68	1285,32		
Pared separación vivienda y patio interior	f_{Rsi}	0,903	$P_{sat,n}$	863,74	1202,45	2124,72	2197,66	2226,61			
	f_{Rsimin}	0,61	P_n	713,71	1174,07	1185,58	1262,31	1285,32			
Cubierta	f_{Rsi}	0,917	$P_{sat,n}$	874,36	897,63	1790,87	1834,53	1845,79	2032,16	2180,04	2261,52
	f_{Rsimin}	0,61	P_n	690,16	691,47	691,68	692,99	1218,75	1221,91	1285,00	1285,32
Pared separación vivienda con rellano.escalera	f_{Rsi}	0,882	$P_{sat,n}$	931,78	1011,91	1026,85	2086,42	2175,14	2201,36		
	f_{Rsimin}	0,61	P_n	749,81	1008,33	1082,19	1104,35	1252,08	1285,32		
Suelo separación planta baja y garaje	f_{Rsi}	0,904	$P_{sat,n}$	930,37	945,16	1926,73	2124,72	2162,13			
	f_{Rsimin}	0,61	P_n	749,70	751,01	751,18	1273,19	1275,15			
Pilar	f_{Rsi}	0,875	$P_{sat,n}$	870,16	954,41	965,21	2035,37	2167,95	2195,33		
	f_{Rsimin}	0,61	P_n	691,80	718,62	722,12	723,52	1283,23	1285,33		



2. CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS DEL EDIFICIO

Datos de partida:

- Temperatura interior de cálculo: 20 °C
- Temperatura exterior de cálculo: -4 °C
- Temperatura de los espacios no habitables: 8 °C

$$Q_0 = Q_T + Q_V + Q_s \quad (W)$$

1- Las **pérdidas de carga por transmisión** se calculan utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_T = \Sigma [U \cdot S (t_i - t_e)] \quad (W)$$

El método de cálculo está explicado en la memoria.

2- Las **pérdidas de carga por infiltración, renovación o ventilación** se calculan utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_V = V \cdot 1,25 \cdot h (t_i - t_e) \quad (W)$$

El método de cálculo está explicado en la memoria.

3- Las **pérdidas de carga por suplementos** son de un 15% en conjunto por pared fría e interrupción del servicio.

El suplemento por orientación depende de la orientación del local.

ORIENTACIÓN	S	SO	O	NO	N	NE	E	SE
FACTOR SUPLEMENTO %	0	7	15	18	20	15	10	3

PLANTA BAJA

- VIVIENDA 0B1

Salón

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. suroeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	18,34	24	168,58	15%	7%	1,1	
Pilares	0,499	1,30	24	15,569				
Ventanas/Puertas	2,480	2,42	24	144,04				
Suelo	0,384	18,00	12	82,94				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,453	0						
TOTAL Qt (W)	411,13							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		46,80					
V (m³/h)	46,80							
TOTAL Qv (W)	312,39							882,69 W

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,65	24	42,74	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,26	24	3,11				
Ventanas/Puertas	2,570	1,54	24	94,99				
Suelo	0,384	12,30	12	56,68				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,453	0						
TOTAL Qt (W)	197,52							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		31,98					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							472,64 W



Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,04	24	37,14	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0,384	9,20	12	42,39				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,453	0						
TOTAL Qt (W)	160,89							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		23,92					
V (m³/h)	23,92							
TOTAL Qv (W)	159,67							368,65 W

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,07	24	37,41	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0,384	7,85	12	36,17				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,453	0						
TOTAL Qt (W)	145,60							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		20,41					
V (m³/h)	20,41							
TOTAL Qv (W)	136,24							324,12 W

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	1,76/2,33	1,73/0,60	24	106,79				
Suelo	0,384	5,30	12	24,42				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,20	24	48,30				
Pared viv. Rellano-esc.	0,453	2,08	12	11,31				
TOTAL Qt (W)	200,16							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		13,78					
V (m³/h)	20,67							
TOTAL Qv (W)	137,97							422,66 W

Baño 1

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0,384	4,80	12	22,12				
Pared viv. Patio interior	0,387	6,32	24	58,70				
Pared viv. Rellano-esc.	0,453	0						
TOTAL Qt (W)	123,71							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		12,48					
V (m³/h)	37,44							
TOTAL Qv (W)	249,91							504,39 W

Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0,384	4,10	12	18,89				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,10	24	47,37				
Pared viv. Rellano-esc.	0,453	0						
TOTAL Qt (W)	99,81							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		10,66					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							422,93 W

Vestíbulo-Pasillo

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. oeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	6,27	24	57,63	15%	15%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Suelo	0,384	11,60	12	53,45				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,453	2,17	12	11,80				
TOTAL Qt (W)	159,50							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		30,16					
V (m³/h)	30,16							
TOTAL Qv (W)	201,32							469,06 W

- VIVIENDAS 0B2, 0B3, 0B4

Salón

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	6,81	24	62,60	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	2,480	2,42	24	144,04				
Suelo	0,384	18	12	82,94				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	291,14							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		46,8					
V (m³/h)	46,8							
TOTAL Qv (W)	312,39							694,06 W

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,65	24	42,74	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,26	24	3,11				
Ventanas/Puertas	2,570	1,54	24	94,99				
Suelo	0,384	12,30	12	56,68				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	197,52							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		31,98					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							472,64 W

Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,04	24	37,14	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0,384	9,20	12	42,39				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	160,89							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		23,92					
V (m³/h)	23,92							
TOTAL Qv (W)	159,67							368,65 W

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,07	24	37,41	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0,384	7,85	12	36,17				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	145,60							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		20,41					
V (m³/h)	20,41							
TOTAL Qv (W)	136,24							324,12 W

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	1,56	24	18,68				
Ventanas/Puertas	1,76/2,33	1,73/0,60	24	106,79				
Suelo	0,384	5,30	12	24,42				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,20	24	48,30				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,30	12	6,69				
TOTAL Qt (W)	204,88							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		13,78					
V (m³/h)	20,67							
TOTAL Qv (W)	137,97							428,56 W

Baño 1

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0,384	4,80	12	22,12				
Pared viv. Patio interior	0,387	6,32	24	58,70				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	123,71							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		12,48					
V (m³/h)	37,44							
TOTAL Qv (W)	249,91							504,39 W

Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0,384	4,10	12	18,89				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,10	24	47,37				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	99,81							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		10,66					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							422,93 W

Vestíbulo-Pasillo

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	24	73,24				
Suelo	0,384	11,60	12	53,45				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	2,18	12	11,22				
TOTAL Qt (W)	137,91							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		30,16					
V (m³/h)	30,16							
TOTAL Qv (W)	201,32							390,12 W

- VIVIENDA 0B5**Salón**

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	6,97	24	64,07	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	2,570	2,42	24	149,27				
Suelo	0,384	18,00	12	82,94				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,472	0						
TOTAL Qt (W)	297,84							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		46,80					
V (m³/h)	46,80							
TOTAL Qv (W)	312,39							701,76 W

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,57	24	42,01	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,52	24	6,23				
Ventanas/Puertas	2,480	1,54	24	91,66				
Suelo	0,384	12,30	12	56,68				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,472	9,96	12	56,41				
TOTAL Qt (W)	252,99							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		31,98					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							536,43 W

Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,30	24	39,53	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0,384	9,20	12	42,39				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,472	0						
TOTAL Qt (W)	163,28							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		23,92					
V (m³/h)	23,92							
TOTAL Qv (W)	159,67							371,39 W

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,07	24	37,41	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0,384	7,85	12	36,17				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,472	0						
TOTAL Qt (W)	145,60							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		20,41					
V (m³/h)	20,41							
TOTAL Qv (W)	136,24							324,11 W

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	1,56	24	18,68				
Ventanas/Puertas	1,76/2,33	1,73/0,60	24	106,79				
Suelo	0,384	5,3	12	24,42				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,20	24	48,30				
Pared viv. Rellano-esc.	0,472	0						
TOTAL Qt (W)	198,19							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		13,78					
V (m³/h)	20,67							
TOTAL Qv (W)	137,97							420,20 W

Baño 1

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	1,35	24	16,17				
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0,384	4,80	12	22,12				
Pared viv. Patio interior	0,387	6,32	24	58,70				
Pared viv. Rellano-esc.	0,472	3,59	12	20,33				
TOTAL Qt (W)	150,87							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		12,48					
V (m³/h)	37,44							
TOTAL Qv (W)	249,91							541,06 W

Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0,384	4,10	12	18,89				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,10	24	47,37				
Pared viv. Rellano-esc.	0,472	0						
TOTAL Qt (W)	99,81							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		10,66					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							422,93 W

Vestíbulo-Pasillo

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Suelo	0,384	11,60	12	53,45				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,472	4,46	12	25,26				
TOTAL Qt (W)	115,33							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		30,16					
V (m³/h)	30,16							
TOTAL Qv (W)	201,32							364,15 W

- VIVIENDA 0A1

Salón

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. noroeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	17,05	24	156,72	15%	18%	1,1	
Pilares	0,499	0,52	24	6,23				
Ventanas/Puertas	2,570	2,42	24	149,27				
Suelo	0,384	18,00	12	82,94				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,453	0						
TOTAL Qt (W)	395,16							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		46,80					
V (m³/h)	46,80							
TOTAL Qv (W)	312,39							941,05 W

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,70	24	43,20	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,26	24	3,11				
Ventanas/Puertas	2,480	1,54	24	91,66				
Suelo	0,384	12,30	12	56,68				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,453	0						
TOTAL Qt (W)	194,65							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		31,98					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							550,96 W

Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,30	24	39,52	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0,384	9,20	12	42,39				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,453	0						
TOTAL Qt (W)	163,27							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		23,92					
V (m³/h)	23,92							
TOTAL Qv (W)	159,67							435,97 W

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,07	24	37,41	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0,384	7,85	12	36,17				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,453	0						
TOTAL Qt (W)	145,60							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		20,41					
V (m³/h)	20,41							
TOTAL Qv (W)	136,24							380,48 W

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	1,76/2,33	1,73/0,60	24	106,79				
Suelo	0,384	5,30	12	24,42				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,20	24	48,30				
Pared viv. Rellano-esc.	0,453	1,66	12	9,02				
TOTAL Qt (W)	197,87							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		13,78					
V (m³/h)	20,67							
TOTAL Qv (W)	137,97							419,80 W

Baño 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,70	24	8,38				
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0,384	4,80	12	22,11				
Pared viv. Patio interior	0,387	6,40	24	59,44				
Pared viv. Rellano-esc.	0,453	0						
TOTAL Qt (W)	123,48							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		12,48					
V (m³/h)	37,44							
TOTAL Qv (W)	249,91							429,40 W

Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0,384	4,10	12	18,89				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,10	24	47,37				
Pared viv. Rellano-esc.	0,453	0						
TOTAL Qt (W)	99,81							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		10,66					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							360,27 W

Vestíbulo-Pasillo

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0,18	12	1,08				
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Suelo	0,384	11,10	12	51,15				
Pared viv. Patio interior	0,387							
Pared viv. Rellano-esc.	0,453	7,81	12	42,46				
TOTAL Qt (W)	131,31							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		28,86					
V (m³/h)	28,86							
TOTAL Qv (W)	192,64							372,55 W

- VIVIENDAS 0A2, 0A3, 0A4

Salón

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	6,84	24	62,87	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,26	24	3,11				
Ventanas/Puertas	2,570	2,42	24	149,27				
Suelo	0,384	18,00	12	82,94				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	2,60	12	13,39				
TOTAL Qt (W)	311,58							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		46,80					
V (m³/h)	46,80							
TOTAL Qv (W)	312,39				842,36 W			

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,70	24	43,20	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,26	24	3,11				
Ventanas/Puertas	2,480	1,54	24	91,66				
Suelo	0,384	12,30	12	56,68				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	194,65							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		31,98					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47				550,96 W			

Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,30	24	39,53	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0,384	9,20	12	42,39				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	163,28							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		23,92					
V (m³/h)	23,92							
TOTAL Qv (W)	159,67							435,98 W

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,07	24	37,41	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0,384	7,85	12	36,17				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	145,60							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		20,41					
V (m³/h)	20,41							
TOTAL Qv (W)	136,24							380,48 W

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	1,56	24	18,68				
Ventanas/Puertas	1,76/2,33	1,73/0,60	24	106,79				
Suelo	0,384	5,30	12	24,42				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,20	24	48,30				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,66	12	8,55				
TOTAL Qt (W)	206,74							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		13,78					
V (m³/h)	20,67							
TOTAL Qv (W)	137,97							430,89 W

Baño 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,70	24	8,38				
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0,384	4,80	12	22,12				
Pared viv. Patio interior	0,387	6,40	24	59,44				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	123,49							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		12,48					
V (m³/h)	37,44							
TOTAL Qv (W)	249,91							429,41 W



Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0,384	4,10	12	18,89				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,10	24	47,37				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	99,81							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		10,66					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							360,27 W

Vestíbulo-Pasillo

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Suelo	0,384	11,1	12	51,15				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	7,39	12	38,04				
TOTAL Qt (W)	125,81							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		28,86					
V (m³/h)	28,86							
TOTAL Qv (W)	192,64							366,22 W



- VIVIENDA 0A5

Salón

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	6,97	24	64,07	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	2,570	2,42	24	149,27				
Suelo	0,384	18,00	12	82,94				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	2,60	12	13,39				
TOTAL Qt (W)	311,23							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		46,80					
V (m³/h)	46,80							
TOTAL Qv (W)	312,39				841,89 W			

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. noreste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	13,20	24	121,33	15%	15%	1,1	
Pilares	0,499	0,39	24	4,67				
Ventanas/Puertas	2,480	1,54	24	91,66				
Suelo	0,384	12,30	12	56,68				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	274,34							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		31,98					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47				634,16 W			

Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,30	24	39,53	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0,384	9,20	12	42,39				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	163,28							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		23,92					
V (m³/h)	23,92							
TOTAL Qv (W)	159,67							435,98 W

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,07	24	37,41	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0,384	7,85	12	36,17				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	145,60							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		20,41					
V (m³/h)	20,41							
TOTAL Qv (W)	136,24							380,48 W

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	1,56	24	18,68				
Ventanas/Puertas	1,76/2,33	1,73/0,60	24	106,79				
Suelo	0,384	5,30	12	24,42				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,20	24	48,30				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,66	12	8,55				
TOTAL Qt (W)	206,74							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		13,78					
V (m³/h)	20,67							
TOTAL Qv (W)	137,97							430,89 W

Baño 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sureste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	3,59	24	33,00	15%	3%	1,1	
Pilares	0,499	2,06	24	24,67				
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0,384	4,80	12	22,12				
Pared viv. Patio interior	0,387	6,86	24	63,72				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	177,06							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		12,48					
V (m³/h)	37,44							
TOTAL Qv (W)	249,91							503,83 W

Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0,384	4,10	12	18,89				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,10	24	47,37				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	99,81							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		10,66					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							360,27 W

Vestíbulo-Pasillo

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Suelo	0,384	11,10	12	51,15				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	7,39	12	38,04				
TOTAL Qt (W)	125,81							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		28,86					
V (m³/h)	28,86							
TOTAL Qv (W)	192,64							366,22 W

PLANTA PRIMERA**- VIVIENDA 1B1****Salón**

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. suroeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	18,61	24	171,06	15%	7%	1,1	
Pilares	0,499	1,30	24	15,57				
Ventanas/Puertas	2,570	2,42	24	149,27				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	335,90							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		46,80					
V (m³/h)	46,80							
TOTAL Qv (W)	312,39				790,92 W			

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,70	24	43,20	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,26	24	3,11				
Ventanas/Puertas	2,480	1,54	24	91,66				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	137,97							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		31,98					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							404,16 W



Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,30	24	39,53	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	120,89							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		23,92					
V (m³/h)	23,92							
TOTAL Qv (W)	159,67							322,65 W

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,07	24	37,41	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	109,43							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		20,41					
V (m³/h)	20,41							
TOTAL Qv (W)	136,24							282,52 W

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	1,76/2,33	1,73/0,60	24	106,79				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	5,20	24	48,30				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	2,05	12	10,55				
TOTAL Qt (W)	174,98							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		13,78					
V (m³/h)	20,67							
TOTAL Qv (W)	137,97							391,19 W

Baño 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,70	24	8,38				
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	6,40	24	59,44				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	101,37							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		12,48					
V (m³/h)	37,44							
TOTAL Qv (W)	249,91							474,23 W



Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	5,80	24	53,87				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	87,42							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		10,66					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							406,20 W

Vestíbulo-Pasillo

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	8,07	12	41,54				
TOTAL Qt (W)	78,16							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		30,16					
V (m³/h)	30,16							
TOTAL Qv (W)	201,32							321,40 W

- VIVIENDAS 1B2, 1B3, 1B4

Salón

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	6,97	24	64,07	15%	0%	1,1	
Pilares	0,429	0,13	24	1,34				
Ventanas/Puertas	2,570	2,42	24	149,27				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	214,68							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		46,80					
V (m³/h)	46,80							
TOTAL Qv (W)	312,39							606,13 W

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,70	24	43,20	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,26	24	3,11				
Ventanas/Puertas	2,480	1,54	24	91,66				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	137,97							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		31,98					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	266,52							465,16 W

Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,30	24	39,53	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	120,89							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		23,92					
V (m³/h)	23,92							
TOTAL Qv (W)	159,67							322,64 W

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,07	24	37,41	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	109,43							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		20,41					
V (m³/h)	20,41							
TOTAL Qv (W)	136,24							282,52 W

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	1,56	24	18,68				
Ventanas/Puertas	1,76/2,33	1,73/0,6	24	106,79				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	5,20	24	48,30				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,27	12	6,54				
TOTAL Qt (W)	180,31							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		13,78					
V (m³/h)	20,67							
TOTAL Qv (W)	137,97							397,85 W

Baño 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,70	24	8,38				
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	6,40	24	59,44				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	101,37							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		12,48					
V (m³/h)	37,44							
TOTAL Qv (W)	249,91							474,23 W



Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	5,80	24	53,87				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	87,42							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		10,66					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							406,20 W

Vestíbulo-Pasillo

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,91	12	9,83				
TOTAL Qt (W)	46,45							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		30,16					
V (m³/h)	30,16							
TOTAL Qv (W)	201,32							284,94 W

- VIVIENDA 1B5

Salón

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	6,97	24	64,07	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	2,570	2,42	24	149,27				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	214,90							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		46,80					
V (m³/h)	46,80							
TOTAL Qv (W)	312,39							606,38 W

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sureste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	14,58	24	134,02	15%	3%	1,1	
Pilares	0,499	0,52	24	6,23				
Ventanas/Puertas	2,480	1,54	24	91,66				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	231,91							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		31,98					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							525,55 W



Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,30	24	39,53	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	120,89							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		23,92					
V (m³/h)	23,92							
TOTAL Qv (W)	159,67							322,64 W

Dormitorio 3

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,07	24	37,41	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	109,43							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		20,41					
V (m³/h)	20,41							
TOTAL Qv (W)	136,24							282,52 W

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	1,56	24	18,68				
Ventanas/Puertas	1,76/2,33	1,73/0,6	24	106,79				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	5,20	24	48,30				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,27	12	6,54				
TOTAL Qt (W)	180,31							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		13,78					
V (m³/h)	20,67							
TOTAL Qv (W)	137,97							397,85 W

Baño 1

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	3,59	24	33,00	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	1,27	24	15,21				
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	7,12	24	66,13				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	147,89							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		12,48					
V (m³/h)	37,44							
TOTAL Qv (W)	249,91							537,03 W



Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	5,80	24	53,87				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	87,42							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		10,66					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							406,20 W

Vestíbulo-Pasillo

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,91	12	9,83				
TOTAL Qt (W)	46,45							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		30,16					
V (m³/h)	30,16							
TOTAL Qv (W)	201,32							334,49 W

- VIVIENDA 1A1

Salón

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. noroeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	10,89	24	100,10	15%	18%	1,1	
Pilares	0,499	0,52	24	6,23				
Ventanas/Puertas	2,570	2,42	24	149,27				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	7,84	12	40,36				
TOTAL Qt (W)	295,96							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		46,80					
V (m³/h)	46,80							
TOTAL Qv (W)	312,39							809,11 W

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,70	24	43,20	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,26	24	3,11				
Ventanas/Puertas	2,480	1,54	24	91,66				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	137,97							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		31,98					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47				474,44 W			



Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,30	24	39,53	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	120,89							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		23,92					
V (m³/h)	23,92							
TOTAL Qv (W)	159,67							378,76 W

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,07	24	37,41	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	109,43							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		20,41					
V (m³/h)	20,41							
TOTAL Qv (W)	136,24							331,66 W

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	1,76/2,33	1,73/0,6	24	106,79				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	5,20	24	48,30				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	2,05	12	10,55				
TOTAL Qt (W)	174,98							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		13,78					
V (m³/h)	20,67							
TOTAL Qv (W)	137,97							391,19 W

Baño 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,70	24	8,38				
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	6,40	24	59,44				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	101,37							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		12,48					
V (m³/h)	37,44							
TOTAL Qv (W)	249,91							403,97 W

Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	5,80	24	53,87				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	87,42							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		10,66					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							346,03 W

Vestíbulo-Pasillo

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0,62	12	3,71				
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	7,81	12	40,21				
TOTAL Qt (W)	80,54							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		28,86					
V (m³/h)	28,86							
TOTAL Qv (W)	192,64				314,16 W			

- VIVIENDAS 1A2, 1A3, 1A4

Salón

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	6,97	24	64,07	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	2,570	2,42	24	149,27				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,4229	0						
TOTAL Qt (W)	214,90							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		46,80					
V (m³/h)	46,80							
TOTAL Qv (W)	312,39							711,84 W

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,70	24	43,20	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,26	24	3,11				
Ventanas/Puertas	2,480	1,54	24	91,66				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	137,97							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		31,98					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47				474,44 W			



Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,30	24	39,53	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	120,89							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		23,92					
V (m³/h)	23,92							
TOTAL Qv (W)	159,67							378,76 W

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,07	24	37,41	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	109,43							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		20,41					
V (m³/h)	20,41							
TOTAL Qv (W)	136,24							331,66 W

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	1,56	24	18,68				
Ventanas/Puertas	1,76/2,33	1,73/0,6	24	106,79				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	5,20	24	48,30				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,27	12	6,54				
TOTAL Qt (W)	180,31							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		13,78					
V (m³/h)	20,67							
TOTAL Qv (W)	137,97							397,85 W

Baño 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,70	24	8,38				
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	6,40	24	57,44				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	99,37							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		12,48					
V (m³/h)	37,44							
TOTAL Qv (W)	249,91							401,67 W

Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	5,80	24	53,87				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	87,42							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		10,66					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							346,02 W

Vestíbulo-Pasillo

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,907	12	9,82				
TOTAL Qt (W)	46,44							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		28,86					
V (m³/h)	28,86							
TOTAL Qv (W)	192,64							274,94 W



- VIVENDA 1A5

Salón

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	6,97	24	64,07	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	2,570	2,42	24	149,27				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	214,90							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		46,80					
V (m³/h)	46,80							
TOTAL Qv (W)	312,39				711,84 W			

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. noreste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	14,58	24	134,02	15%	15%	1,1	
Pilares	0,499	0,52	24	6,23				
Ventanas/Puertas	2,480	1,54	24	91,66				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	231,91							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		31,98					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47				578,99 W			

Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,30	24	39,53	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	120,89							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		23,92					
V (m³/h)	23,92							
TOTAL Qv (W)	159,67							378,76 W

Dormitorio 3

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,07	24	37,41	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	109,43							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		20,41					
V (m³/h)	20,41							
TOTAL Qv (W)	136,08							331,44 W

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	1,56	24	18,68				
Ventanas/Puertas	1,76/2,33	1,73/0,6	24	106,79				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	2,68	24	24,89				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,27	12	6,54				
TOTAL Qt (W)	156,90							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		13,78					
V (m³/h)	20,67							
TOTAL Qv (W)	137,97							368,59 W

Baño 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sureste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	3,59	24	33,00	15%	3%	1,1	
Pilares	0499	1,40	24	16,77				
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	6,52	24	60,56				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	143,88							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		12,48					
V (m³/h)	37,44							
TOTAL Qv (W)	249,91							464,67 W



Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	5,80	24	53,87				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	87,42							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		10,66					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							346,02 W

Vestíbulo-Pasillo

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,91	12	9,83				
TOTAL Qt (W)	46,45							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		28,86					
V (m³/h)	28,86							
TOTAL Qv (W)	192,64				274,96 W			

- VIVIENDA 1C

Salón

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. noroeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	18,50	24	170,05	15%	18%	1,1	
Pilares	0,499	1,30	24	15,57				
Ventanas/Puertas	2,550	3,73	24	228,28				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	413,90							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		50,18					
V (m³/h)	75,27							
TOTAL Qv (W)	502,43							1218,72 W

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. oeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	13,80	24	126,85	15%	15%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	2,550	2,52	24	154,22				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	282,63							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		33,02					
V (m³/h)	33,02							
TOTAL Qv (W)	220,41				653,95 W			

Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. oeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,41	24	40,54	15%	15%	1,1	
Pilares	0,499	0,62	24	7,43				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	119,99							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		24,83					
V (m³/h)	24,83							
TOTAL Qv (W)	165,74				371,45 W			

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. oeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	3,60	24	33,09	15%	15%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	105,11							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		19,24					
V (m³/h)	19,24							
TOTAL Qv (W)	128,43				303,60 W			



Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	2,99	24	27,48	15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	1,76/2,33	1,73/0,6	24	106,79				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,72	12	8,86				
TOTAL Qt (W)	144,69							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		17,68					
V (m³/h)	26,52							
TOTAL Qv (W)	177,02							402,14 W

Baño 1

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0,31	12	1,86				
Ventanas/Puertas		0						
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	6,06	12	31,20				
TOTAL Qt (W)	33,06							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		13,26					
V (m³/h)	39,78							
TOTAL Qv (W)	265,53				343,38 W			



Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,665	0						
Ventanas/Puertas		0						
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,596	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	5,43	12	27,95				
TOTAL Qt (W)	27,95							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		13,26					
V (m³/h)	39,78							
TOTAL Qv (W)	265,53							337,50 W

Vestíbulo-Pasillo

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	6,59	12	33,93				
TOTAL Qt (W)	70,55							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		22,23					
V (m³/h)	22,23							
TOTAL Qv (W)	148,39							251,78 W



-VIVIENDA 1D

Salón

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. suroeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	7,66	24	70,41	15%	7%	1,1	
Pilares	0,499	2,34	24	28,02				
Ventanas/Puertas	2,48/2,51	1,21/4,21	24	325,63				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	424,06							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		46,80					
V (m³/h)	70,20							
TOTAL Qv (W)	468,59							1089,03 W

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. oeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	3,98	24	36,58	15%	15%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	2,480	2,52	24	149,99				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	188,13							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		33,02					
V (m³/h)	33,02							
TOTAL Qv (W)	220,41							531,10 W

Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. oeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,90	24	45,04	15%	15%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	118,62							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		24,83					
V (m³/h)	24,83							
TOTAL Qv (W)	165,74							369,67 W

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. oeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	3,98	24	36,58	15%	15%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	2,550	1,21	24	74,05				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	112,29							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		19,24					
V (m³/h)	19,24							
TOTAL Qv (W)	128,43							312,81 W

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	2,99	24	27,48	15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	1,764/2,33	1,73/0,6	24	106,79				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,72	12	8,86				
TOTAL Qt (W)	144,69							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		17,68					
V (m³/h)	26,52							
TOTAL Qv (W)	177,02							402,14 W

Baño 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0,14	12	0,84				
Ventanas/Puertas		0						
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	6,07	12	31,25				
TOTAL Qt (W)	32,09							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		13,26					
V (m³/h)	39,78							
TOTAL Qv (W)	265,53							342,26 W

Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,429	0						
Ventanas/Puertas		0						
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)								
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		13,26					
V (m³/h)	39,78							
TOTAL Qv (W)	265,53							305,36 W

Vestíbulo-Pasillo

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Suelo	0							
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,39	12	5,05				
TOTAL Qt (W)	41,67							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		22,23					
V (m³/h)	22,23							
TOTAL Qv (W)	148,39							218,57 W

PLANTA SEGUNDA**- VIVIENDA 2B1****Salón**

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. suroeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	18,61	24	171,06	15%	7%	1,1	
Pilares	0,499	1,30	24	15,57				
Ventanas/Puertas	2,570	2,42	24	149,27				
Techo	0,342	18	24	147,74				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	483,64							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		46,80					
V (m³/h)	46,80							
TOTAL Qv (W)	312,39							971,57 W

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,70	24	43,20	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,26	24	3,11				
Ventanas/Puertas	2,480	1,54	24	91,66				
Techo	0,342	12,30	24	100,96				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	238,93							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		31,98					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							520,26 W

Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,30	24	39,53	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Techo	0,342	9,20	24	75,51				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	196,40							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		23,92					
V (m³/h)	23,92							
TOTAL Qv (W)	159,67							409,48 W

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,07	24	37,41	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Techo	0,342	7,85	24	64,43				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	173,86							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		20,41					
V (m³/h)	20,41							
TOTAL Qv (W)	136,24							356,62 W

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	24	106,79				
Techo	0,342	5,30	24	43,50				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,20	24	48,30				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	2,05	12	10,55				
TOTAL Qt (W)	218,48							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		13,78					
V (m³/h)	20,67							
TOTAL Qv (W)	137,97							445,56 W

Baño 1

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,70	24	8,38				
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Techo	0,342	4,80	24	39,40				
Pared viv. Patio interior	0,387	6,40	24	59,44				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	140,77							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		12,48					
V (m³/h)	37,44							
TOTAL Qv (W)	249,91							527,42 W



Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Techo	0,342	4,10	24	33,65				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,80	24	53,87				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	121,07							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		10,66					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							451,63 W

Vestíbulo-Pasillo

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Techo	0,342	11,60	24	95,21				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	8,07	12	41,54				
TOTAL Qt (W)	173,37							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		30,16					
V (m³/h)	30,16							
TOTAL Qv (W)	201,32							430,89 W

- VIVIENDAS 2B2, 2B3, 2B4

Salón

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	6,97	24	64,07	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	2,570	2,42	24	149,27				
Techo	0,342	18	24	147,74				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	362,64							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		46,80					
V (m³/h)	46,80							
TOTAL Qv (W)	312,39				776,29 W			

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,70	24	43,20	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,26	24	3,11				
Ventanas/Puertas	2,480	1,54	24	91,66				
Techo	0,342	12,30	24	100,96				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	238,93							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		31,98					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							520,26 W

Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,30	24	39,53	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Techo	0,342	9,20	24	75,51				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	196,40							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		23,92					
V (m³/h)	23,92							
TOTAL Qv (W)	159,67							409,48 W

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,07	24	37,41	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Techo	0,342	7,85	24	64,43				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	173,86							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		20,41					
V (m³/h)	20,41							
TOTAL Qv (W)	136,24							356,62 W

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	1,56	24	18,68				
Ventanas/Puertas	1,764/2,33	1,73/0,6	24	106,79				
Techo	0,342	5,30	24	43,50				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,20	24	48,30				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,27	12	6,54				
TOTAL Qt (W)	223,81							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		13,78					
V (m³/h)	20,67							
TOTAL Qv (W)	137,97							452,23 W

Baño 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,70	24	8,38				
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Techo	0,342	4,80	24	39,40				
Pared viv. Patio interior	0,387	6,40	24	59,44				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	140,77							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		12,48					
V (m³/h)	37,44							
TOTAL Qv (W)	249,91							527,42 W



Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Techo	0,342	4,10	24	33,65				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,80	24	53,87				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	121,07							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		10,66					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							451,63 W

Vestíbulo-Pasillo

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Techo	0,342	11,60	24	95,21				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,91	12	9,83				
TOTAL Qt (W)	141,66							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		30,16					
V (m³/h)	30,16							
TOTAL Qv (W)	201,32				394,43 W			

- VIVIENDA 2B5

Salón

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	6,97	24	64,07	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	2,570	2,42	24	149,27				
Techo	0,342	18	24	147,74				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	362,64							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		46,80					
V (m³/h)	46,80							
TOTAL Qv (W)	312,39							774,29 W

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sureste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	14,58	24	134,02	15%	3%	1,1	
Pilares	0,499	0,52	24	6,23				
Ventanas/Puertas	2,480	1,54	24	91,66				
Techo	0,342	12,30	24	100,96				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	332,87							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		31,98					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							644,68 W

Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,30	24	39,53	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Techo	0,342	9,20	24	75,51				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	196,40							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		23,92					
V (m³/h)	23,92							
TOTAL Qv (W)	159,67							409,48 W

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,07	24	37,41	15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Techo	0,342	7,85	24	64,43				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	173,86							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		20,41					
V (m³/h)	20,41							
TOTAL Qv (W)	136,24							356,62 W

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	1,56	24	18,68				
Ventanas/Puertas	1,764/2,33	1,73/0,60	24	106,79				
Techo	0,342	5,30	24	43,50				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,20	24	48,30				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,27	12	6,54				
TOTAL Qt (W)	223,81							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		13,78					
V (m³/h)	20,67							
TOTAL Qv (W)	137,97							452,23

Baño 1

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. noreste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	3,59	24	33,00	15%	15%	1,1	
Pilares	0,499	1,27	24	15,21				
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Techo	0,342	4,80	24	39,40				
Pared viv. Patio interior	0,387	7,12	24	66,13				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	187,29							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		12,48					
V (m³/h)	37,44							
TOTAL Qv (W)	249,91							568,36



Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Techo	0,342	4,10	24	33,65				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,80	24	53,87				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	121,07							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		10,66					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							451,63

Vestíbulo-Pasillo

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Techo	0,342	11,60	24	95,21				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,91	12	9,86				
TOTAL Qt (W)	141,69							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		30,16					
V (m³/h)	30,16							
TOTAL Qv (W)	201,32							394,46

- VIVIENDA 2A1

Salón

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. noroeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	10,89	24	100,10	15%	18%	1,1	
Pilares	0,499	0,52	24	6,23				
Ventanas/Puertas	2,570	2,42	24	149,27				
Techo	0,342	18	24	147,74				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	7,84	12	40,36				
TOTAL Qt (W)	443,70							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		46,80					
V (m³/h)	46,80							
TOTAL Qv (W)	312,39							1005,60

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,70	24	43,20	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,26	24	3,11				
Ventanas/Puertas	2,480	1,54	24	91,66				
Techo	0,342	12,30	24	100,96				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	238,93							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		31,98					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							610,74



Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,30	24	39,53	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Techo	0,342	9,20	24	75,51				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	196,40							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		23,92					
V (m³/h)	23,92							
TOTAL Qv (W)	159,67							480,70

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,07	24	37,41	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Techo	0,342	7,85	24	64,43				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	173,86							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		20,41					
V (m³/h)	20,41							
TOTAL Qv (W)	136,24							418,64

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	1,764/2,33	1,73/0,60	24	106,79				
Techo	0,342	5,30	24	43,50				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,20	24	48,30				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	2,05	12	10,55				
TOTAL Qt (W)	218,48							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		13,78					
V (m³/h)	20,67							
TOTAL Qv (W)	137,97							445,56

Baño 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,70	24	8,38				
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Techo	0,342	4,80	24	39,40				
Pared viv. Patio interior	0,387	6,40	24	59,44				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	140,77							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		12,48					
V (m³/h)	37,44							
TOTAL Qv (W)	249,92							449,29

Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Techo	0,342	4,10	24	33,65				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,80	24	53,87				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	121,07							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		10,66					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							384,72

Vestíbulo-Pasillo

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0,62	12	3,71				
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Techo	0,342	11,10	24	91,11				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	7,81	12	40,21				
TOTAL Qt (W)	171,65							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		28,86					
V (m³/h)	28,86							
TOTAL Qv (W)	192,64							418,93

- VIVIENDAS 2A2, 2A3, 2A4

Salón

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	6,97	24	34,07	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	2,570	2,42	24	149,27				
Techo	0,342	18,00	24	147,74				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	332,64							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		46,80					
V (m³/h)	46,80							
TOTAL Qv (W)	312,39							870,79

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,70	24	43,20	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,26	24	3,11				
Ventanas/Puertas	2,480	1,54	24	91,66				
Techo	0,342	12,30	24	100,96				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	238,93							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		31,98					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							610,74

Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,30	24	39,53	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Techo	0,342	9,20	24	75,51				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	196,40							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		23,92					
V (m³/h)	23,92							
TOTAL Qv (W)	159,66							480,68

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,07	24	37,41	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Techo	0,342	7,85	24	64,43				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	173,86							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		20,41					
V (m³/h)	20,41							
TOTAL Qv (W)	136,24							418,64

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	1,56	24	18,68				
Ventanas/Puertas	1,764/2,33	1,73/0,60	24	106,79				
Techo	0,342	5,30	24	43,50				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,20	24	48,30				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,27	12	6,54				
TOTAL Qt (W)	223,81							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		13,78					
V (m³/h)	20,67							
TOTAL Qv (W)	137,97							452,23

Baño 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0,70	24	8,38				
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Techo	0,342	4,80	24	39,40				
Pared viv. Patio interior	0,387	6,40	24	59,44				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	140,77							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		12,48					
V (m³/h)	37,44							
TOTAL Qv (W)	249,91							449,28

Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Techo	0,342	4,10	24	33,65				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,80	24	53,87				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	121,07							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		10,66					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							384,72

Vestíbulo-Pasillo

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Techo	0,342	11,10	24	91,11				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,91	12	9,83				
TOTAL Qt (W)	137,56							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		28,86					
V (m³/h)	28,86							
TOTAL Qv (W)	192,41							379,47

- VIVIENDA 2A5**Salón**

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	6,97	24	64,07	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	2,570	2,42	24	149,27				
Techo	0,342	18,00	24	147,74				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	362,64							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		46,80					
V (m³/h)	46,80							
TOTAL Qv (W)	312,39							911,29

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. noreste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	14,58	24	134,02	15%	15%	1,1	
Pilares	0,499	0,52	24	6,23				
Ventanas/Puertas	2,480	1,54	24	91,66				
Techo	0,342	12,30	24	100,96				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	332,87							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		31,98					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							710,24



Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,30	24	39,53	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0,78	24	9,34				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Techo	0,342	9,20	24	75,51				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	196,40							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		23,92					
V (m³/h)	23,92							
TOTAL Qv (W)	159,67							480,70 W

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. norte	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,07	24	37,41	15%	20%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Techo	0,342	7,85	24	64,43				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	173,86							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		20,41					
V (m³/h)	20,41							
TOTAL Qv (W)	136,24							418,64 W

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	1,56	24	18,68				
Ventanas/Puertas	1,764/2,33	1,73/0,60	24	106,79				
Techo	0,342	5,30	24	43,50				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,20	24	48,30				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,27	12	6,54				
TOTAL Qt (W)	223,81							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		13,78					
V (m³/h)	20,67							
TOTAL Qv (W)	137,97							452,23 W

Baño 1

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sureste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	3,59	24	33,00	15%	3%	1,1	
Pilares	0,499	1,40	24	16,77				
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Techo	0,342	4,80	24	39,40				
Pared viv. Patio interior	0,387	6,52	24	60,56				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	183,28							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		12,48					
V (m³/h)	37,44							
TOTAL Qv (W)	249,91							511,16 W

Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. sur	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%	0%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,330	0,60	24	33,55				
Techo	0,342	4,10	24	33,65				
Pared viv. Patio interior	0,387	5,80	24	53,87				
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	121,07							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		10,66					
V (m³/h)	31,98							
TOTAL Qv (W)	213,47							384,72 W

Vestíbulo-Pasillo

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Techo	0,342	11,10	24	102,56				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,91	12	11,62				
TOTAL Qt (W)	150,80							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		28,86					
V (m³/h)	28,86							
TOTAL Qv (W)	192,64							434,45 W

- VIVIENDA 2C**Salón**

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. noroeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	18,50	24	170,05	15%	18%	1,1	
Pilares	0,499	1,30	24	15,57				
Ventanas/Puertas	2,550	3,73	24	228,28				
Techo	0,342	19,30	24	158,41				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	572,31							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		50,18					
V (m³/h)	50,18							
TOTAL Qv (W)	334,95							1206,66 W

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. oeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	13,80	24	126,85	15%	15%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	2,550	2,52	24	154,22				
Techo	0,342	12,70	24	104,24				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	386,87							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		33,02					
V (m³/h)	33,02							
TOTAL Qv (W)	220,41							789,46 W

Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. oeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,41	24	40,54	15%	15%	1,1	
Pilares	0,499	0,62	24	7,43				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Techo	0,342	9,55	24	78,39				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	198,38							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		24,83					
V (m³/h)	24,83							
TOTAL Qv (W)	165,74							473,36 W

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. oeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	3,60	24	33,09	15%	15%	1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Techo	0,342	7,40	24	60,74				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	165,85							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		19,24					
V (m³/h)	19,24							
TOTAL Qv (W)	128,43							382,56 W

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	2,99	24	27,48	15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	1,764/2,33	1,73/0,60	24	106,79				
Techo	0,342	6,80	24	55,81				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,72	12	8,86				
TOTAL Qt (W)	200,50							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		17,68					
V (m³/h)	26,52							
TOTAL Qv (W)	177,02							471,90 W

Baño 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0,31	12	1,86				
Ventanas/Puertas	2,33	0,60	24	33,55				
Techo	0,342	5,10	24	41,86				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	6,06	12	31,20				
TOTAL Qt (W)	108,47							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		13,26					
V (m³/h)	39,78							
TOTAL Qv (W)	265,53							430,10 W

Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas		0						
Techo	0,342	5,10	24	41,86				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	5,43	12	27,95				
TOTAL Qt (W)	69,81							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		13,26					
V (m³/h)	39,78							
TOTAL Qv (W)	265,53							385,64 W

Vestíbulo-Pasillo

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Techo	0,342	8,55	24	70,18				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	6,59	12	33,93				
TOTAL Qt (W)	140,73							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		8,55					
V (m³/h)	8,55							
TOTAL Qv (W)	57,07							227,47 W

- VIVIENDA 2D**Salón**

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. suroeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	7,66	24	70,41	15%	7%	1,1	
Pilares	0,499	2,34	24	28,02				
Ventanas/Puertas	2,48/2,51	1,10/4,21	24	319,08				
Techo	0,342	18	24	147,74				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	565,25							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		46,80					
V (m³/h)	46,80							
TOTAL Qv (W)	312,39							1070,72 W

Dormitorio 1

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. oeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	3,98	24	36,58	15%	15%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	2,550	2,52	24	154,22				
Techo	0,342	12,70	24	104,24				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	296,60							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		33,02					
V (m³/h)	33,02							
TOTAL Qv (W)	220,41							672,11 W

Dormitorio 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. oeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	4,90	24	45,04	15%	15%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	2,56				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Techo	0,342	9,55	24	78,39				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	198,01							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		24,83					
V (m³/h)	24,83							
TOTAL Qv (W)	165,74							472,88 W

Dormitorio 3

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. oeste	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	3,98	24	36,58	15%	15%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	2,480	1,21	24	72,02				
Techo	0,342	7,40	24	60,74				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	170,90							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		19,24					
V (m³/h)	19,24							
TOTAL Qv (W)	128,43							389,13 W

Cocina

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	O. este	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	2,99	24	27,48	15%	10%	1,1	
Pilares	0,499	0,13	24	1,56				
Ventanas/Puertas	1,73/2,33	1,73/0,60	24	106,79				
Techo	0,342	6,80	24	55,88				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,72	12	8,86				
TOTAL Qt (W)	200,57							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1,5		17,68					
V (m³/h)	26,52							
TOTAL Qv (W)	177,02							471,99 W

Baño 1

		Pérdidas por transmisión			Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0,14	12	0,84				
Ventanas/Puertas		0						
Techo	0,342	5,10	24	41,86				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	6,07	12	31,25				
TOTAL Qt (W)	73,95							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		13,26					
V (m³/h)	39,78							
TOTAL Qv (W)	265,53							390,40 W

Baño 2

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas		0						
Techo	0,342	5,10	24	41,86				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	0						
TOTAL Qt (W)	41,86							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	3		13,26					
V (m³/h)	39,78							
TOTAL Qv (W)	265,53							353,50 W

Vestíbulo-Pasillo

	Pérdidas por transmisión				Pérdidas por suplementos			Qo
	U (W/m²K)	S (m²)	ti - te	TOTAL	Int. Serv. Pared fría	No pared exterior	Coef. seguridad	
Muro exterior	0,383	0			15%		1,1	
Pilares	0,499	0						
Ventanas/Puertas	1,764	1,73	12	36,62				
Techo	0,342	8,55	24	70,18				
Pared viv. Patio interior	0,387	0						
Pared viv. Rellano-esc.	0,429	1,39	12	7,16				
TOTAL Qt (W)	113,96							
	Pérdidas por inf., renov. y vent.							
	Renov./h		Vol. Local (m³)					
	1		8,55					
V (m³/h)	8,55							
TOTAL Qv (W)	57,07							196,69 W

1.7 RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS

PISOS	PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN	PÉRDIDAS POR INFILTRACIONES	PÉRDIDAS TOTALES
PLANTA BAJA			
0B1	1498,32	1624,44	3826,04 W
0B2,0B3,0B4	4117,50	4873,32	10817,12 W
0B5	1423,91	1624,44	3682,03 W
0A1	1451,15	1615,76	3890,48 W
0A2,0A3,0A4	4112,88	4847,28	11389,71 W
0A5	1503,87	1615,76	3953,72 W
PLANTA PRIMERA			37559,10 W
1B1	1146,12	1624,44	3393,27 W
1B2,1B3,1B4	2995,56	4873,32	9719,01 W
1B5	1139,20	1624,44	3412,66 W
1A1	1108,56	1615,76	3449,32 W
1A2,1A3,1A4	2990,19	4847,28	9951,54 W
1A5	1111,78	1615,76	3455,27 W
1C	1197,88	1873,48	3882,52 W
1D	1061,55	1839,64	3570,94 W
PLANTA SEGUNDA			40834,53 W
2B1	1746,52	1624,44	4113,43 W
2B2,2B3,2B4	4797,42	4873,32	11665,08 W
2B5	1739,63	1624,44	4051,75 W
2A1	1704,86	1615,76	4215,18 W
2A2,2A3,2A4	4695,12	4847,28	12139,65 W
2A5	1744,73	1615,76	4303,43 W
2C	1842,92	1873,48	4367,15 W
2D	1661,10	1839,64	4017,42 W
PÉRDIDA TOTAL			48873,09 W
			127266,72 W
			CS = 1,1
			139993,40 W

3. CÁLCULO DE CALEFACCIÓN

3.1 ELECCIÓN DE LOS EMISORES

1- Definimos el salto térmico

$$- \Delta T_1 = T^a \text{ de impulsión} - T^a \text{ de retorno} = 20^\circ\text{C}$$

$$- T^a \text{ de impulsión} = 80^\circ\text{C}$$

$$- T^a \text{ de retorno} = 60^\circ\text{C}$$

$$- T^a \text{ media de radiador} = 70^\circ\text{C}$$

$$- \Delta T_2 = T^a \text{ media} - T^a \text{ ambiente} = 50^\circ\text{C}$$

$$- T^a \text{ ambiente} = 20^\circ\text{C}$$

2- Elección del radiador

Los radiadores han sido elegidos entre los diferentes modelos de DUBAL ROCA. Se han elegido un modelo u otro en función de las necesidades energéticas y del espacio existente en el lugar donde van a ser ubicados.

A continuación el catálogo correspondiente

Características principales

- Radiador reversible de dos estéticas, permite su instalación con frontal plano o con aberturas.
- Radiadores formados por elementos acoplables entre sí mediante manguitos de 1" rosca derecha-izquierda y junta de estanquidad.
- Elementos fabricados por inyección a presión de la aleación de aluminio previamente fundida.
- Radiadores montados y probados a la presión de 9 bar.
- Pintura de acabado en doble capa. Imprimación base por electroforesis (inmersión) y posterior capa de polvo epoxi color blanco RAL 9010 (ambas capas secado al horno).
- Accesorios compuestos por: Tapones y reducciones, pintados y cincados con rosca a derecha o izquierda, juntas, soportes, purgador automático PA5 1"(D ó I) y spray pintura para retoques.

Dimensiones y Características Técnicas

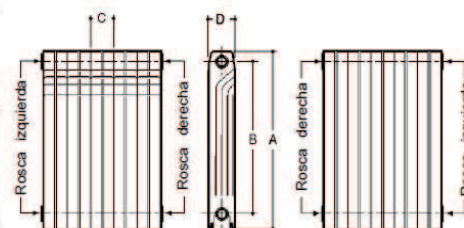
Modelos	Cotas en mm				Capacidad agua l	Peso aprox. kg	Por elemento				Exponente "n" de la curva característica	
	A	B	C	D			Frontal aberturas	Frontal plano	Frontal aberturas	Frontal plano	Frontal aberturas	Frontal plano
DUBAL 30	288	218	80	147	0,27	1,36	71,3	82,9	70,5	82,0	1,30	1,29
DUBAL 45	421	350	80	82	0,29	1,13	79,5	92,4	76,2	88,6	1,35	1,35
DUBAL 60	571	500	80	82	0,36	1,43	103,9	120,8	99,0	115,2	1,35	1,34
DUBAL 70	671	600	80	82	0,43	1,63	119,1	138,5	113,7	132,2	1,34	1,34
DUBAL 80	771	700	80	82	0,50	1,83	133,7	155,4	127,9	148,7	1,33	1,34

Emisión calorífica en Kcal/h y W según UNE EN-442 para $\Delta t = 50^\circ\text{C}$

$\Delta t = (T^a \text{ media radiador} - T^a \text{ ambiente})$ en $^\circ\text{C}$

Exponente "n" de la curva característica según UNE EN-442

Los orificios de los elementos van roscados a 1" derecha a un lado e izquierda al otro. Al realizar el pedido, prestar especial atención en la acertada elección del sentido de rosca de las reducciones y tapones.



Teniendo en cuenta que $\Delta T_2 = 50^\circ\text{C}$ y que la emisión calorífica en Kcal/h y W según UNE EN-442 para $\Delta T_2 = 50^\circ\text{C}$, hemos decidido elegir los modelos DUBAL 45-60 y 70 dependiendo de la habitación donde sean instalados.

3.2 CÁLCULO DEL NÚMERO DE ELEMENTOS DE CADA RADIADOR

En todas las habitaciones pongo un único emisor, lo que cambia es el modelo según las necesidades energéticas y el espacio disponible.

DUBAL 45: Dormitorios, cocinas, baños y vestíbulos.

DUBAL 60: Salones.

Características de cada emisor

MODELO	ALTURA (mm)	ANCHURA (mm)	PROFUNDIDAD (mm)	POTENCIA POR ELEMENTO (W)	EXPONENTE "n" DE LA CURVA CARACTERÍSTICA
DUBAL 45	421	80	82	92,4	1,35
DUBAL 60	571	80	82	120,8	1,35

Elementos y modelo del radiador en cada estancia

Planta baja

VIVIENDAS	SALÓN	DOR.1	DOR.2	DOR.3	COC.	B.1	B.2	VEST.
0B1	8/D60	5/D45	4/D45	4/D45	5/D45	6/D45	5/D45	6/D45
0B2,0B3,0B4	6/D60	5/D45	4/D45	4/D45	5/D45	6/D45	5/D45	5/D45
0B5	6/D60	6/D45	4/D60	4/D60	5/D45	6/D45	5/D45	5/D45
0A1	8/D60	6/D45	5/D45	5/D45	5/D45	5/D45	4/D45	5/D45
0A2,0A3,0A4	7/D60	6/D45	5/D45	5/D45	5/D45	5/D45	4/D45	5/D45
0A5	7/D60	7/D45	5/D45	5/D45	5/D45	6/D60	4/D60	5/D45

Planta primera

VIVIENDAS	SALÓN	DOR.1	DOR.2	DOR.3	COC.	B.1	B.2	VEST.
1B1	7/D60	5/D45	4/D45	4/D45	5/D45	6/D45	5/D45	4/D45
1B2,1B3,1B4..	6/D60	5/D45	4/D45	4/D45	5/D45	6/D45	5/D45	4/D45
1B5	6/D60	6/D45	4/D45	4/D45	5/D45	6/D45	5/D45	4/D45
1A1	7/D60	6/D45	5/D45	4/D45	5/D45	6/D45	5/D45	4/D45
1A2,1A3,1A4	6/D60	6/D45	5/D45	4/D45	5/D45	6/D45	5/D45	4/D45
1A5	6/D60	7/D45	5/D45	4/D45	5/D45	6/D45	5/D45	4/D45
1C	12/D60	8/D45	5/D45	4/D45	5/D45	4/D45	4/D45	3/D45
1D	10/D60	6/D45	5/D45	4/D45	5/D45	4/D45	4/D45	3/D45

Planta segunda

VIVIENDAS	SALÓN	DOR.1	DOR.2	DOR.3	COC.	B.1	B.2	VEST.
2B1	10/D60	6/D45	5/D45	4/D45	5/D45	6/D45	5/D45	5/D45
2B2,2B3,2B4	7/D60	6/D45	5/D45	4/D45	5/D45	6/D45	5/D45	5/D45
2B5	7/D60	7/D45	5/D45	4/D45	5/D45	7/D45	5/D45	5/D45
2A1	10/D60	7/D45	6/D45	5/D45	5/D45	5/D45	5/D45	5/D45
2A2,2A3,2A4	8/D60	7/D45	6/D45	5/D45	5/D45	5/D45	5/D45	5/D45
2A5	8/D60	8/D45	6/D45	5/D45	5/D45	6/D45	5/D45	5/D45
2C	10/D60	10/D45	6/D45	5/D45	6/D45	5/D45	5/D45	3/D45
2D	10/D60	8/D45	6/D45	5/D45	6/D45	5/D45	4/D45	3/D45

3.3 CÁLCULO DEL CAUDAL DE LOS RADIADORES

Una vez calculado el número de elementos de cada emisor, podemos hallar la potencia que nos dará cada uno y con ese dato hallar el caudal que debe llegar a cada radiador con la siguiente ecuación.

$$q = \frac{\text{Pot.}}{\Delta T \times C_e \times P_e} \times 3600$$

Siendo	q (l/h)	el caudal que llega al radiador.
	Pot. (W)	la potencia total del radiador.
	ΔT (K)	la diferencia de temperatura entre la entrada y la salida del radiador.
	C_e (J/kgK)	el calor específico del agua.
	P_e (kg/l)	el peso específico del agua.

PLANTA BAJA**Vivienda 0B1**

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	882,69	120,80	8	966,40	42,53
DORM.1	DUBAL 45	472,64	92,40	5	462,00	20,33
DORM.2	DUBAL 45	368,65	92,40	4	369,60	16,26
DORM.3	DUBAL 45	324,12	92,40	4	369,60	16,26
COCINA	DUBAL 45	428,56	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	504,39	92,40	6	554,40	24,40
BAÑO 2	DUBAL 45	422,93	92,40	5	462,00	20,33
VEST-PAS.	DUBAL 45	469,06	92,40	6	554,40	24,40

Viviendas 0B2, 0B3, 0B4

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	701,76	120,80	6	724,80	31,89
DORM.1	DUBAL 45	472,64	92,40	5	462,00	20,33
DORM.2	DUBAL 45	368,65	92,40	4	369,60	16,26
DORM.3	DUBAL 45	324,12	92,40	4	369,60	16,26
COCINA	DUBAL 45	428,56	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	504,39	92,40	6	554,40	24,40
BAÑO 2	DUBAL 45	422,93	92,40	5	462,00	20,33
VEST-PAS.	DUBAL 45	390,12	92,40	5	462,00	20,33

Vivienda 0B5

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	701,76	120,80	6	724,80	31,89
DORM.1	DUBAL 45	536,43	92,40	6	554,40	24,40
DORM.2	DUBAL 45	368,65	92,40	4	369,60	16,26
DORM.3	DUBAL 45	324,11	92,40	4	369,60	16,26
COCINA	DUBAL 45	420,20	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	541,06	92,40	6	554,40	24,40
BAÑO 2	DUBAL 45	422,93	92,40	5	462,00	20,33
VEST-PAS.	DUBAL 45	390,12	92,40	5	462,00	20,33

Vivienda 0A1

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	941,05	120,80	8	966,40	42,53
DORM.1	DUBAL 45	550,96	92,40	6	554,40	24,40
DORM.2	DUBAL 45	435,97	92,40	5	462,00	20,33
DORM.3	DUBAL 45	380,48	92,40	5	462,00	20,33
COCINA	DUBAL 45	430,89	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	429,40	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 2	DUBAL 45	360,27	92,40	4	369,60	16,26
VEST-PAS.	DUBAL 45	372,55	92,40	5	462,00	20,33

Viviendas 0A2, 0A3, 0A4

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	842,36	120,80	7	845,60	37,21
DORM.1	DUBAL 45	550,96	92,40	6	554,40	24,40
DORM.2	DUBAL 45	435,98	92,40	5	462,00	20,33
DORM.3	DUBAL 45	380,48	92,40	5	462,00	20,33
COCINA	DUBAL 45	430,89	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	429,41	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 2	DUBAL 45	360,27	92,40	4	369,60	16,26
VEST-PAS.	DUBAL 45	366,22	92,40	5	462,00	20,33

Vivienda 0A5

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	842,36	120,80	7	845,60	37,21
DORM.1	DUBAL 45	634,16	92,40	7	646,80	28,46
DORM.2	DUBAL 45	435,98	92,40	5	462,00	20,33
DORM.3	DUBAL 45	380,48	92,40	5	462,00	20,33
COCINA	DUBAL 45	430,89	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	503,83	92,40	6	517,44	22,77
BAÑO 2	DUBAL 45	360,27	92,40	4	369,60	16,26
VEST-PAS.	DUBAL 45	366,22	92,40	5	462,00	20,33

PLANTA PRIMERA**Vivienda 1B1**

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	790,92	120,80	7	845,60	37,20
DORM.1	DUBAL 45	404,16	92,40	5	462,00	20,33
DORM.2	DUBAL 45	322,65	92,40	4	369,60	16,26
DORM.3	DUBAL 45	282,52	92,40	4	369,60	16,26
COCINA	DUBAL 45	397,85	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	474,23	92,40	6	554,40	24,40
BAÑO 2	DUBAL 45	406,20	92,40	5	462,00	20,33
VEST-PAS.	DUBAL 45	321,40	92,40	4	369,60	16,26

Viviendas 1B2, 1B3, 1B4

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	606,13	120,80	6	724,80	31,89
DORM.1	DUBAL 45	404,16	92,40	5	462,00	20,33
DORM.2	DUBAL 45	322,64	92,40	4	369,60	16,26
DORM.3	DUBAL 45	282,52	92,40	4	369,60	16,26
COCINA	DUBAL 45	397,85	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	474,23	92,40	6	554,40	24,40
BAÑO 2	DUBAL 45	406,20	92,40	5	462,00	20,33
VEST-PAS.	DUBAL 45	284,94	92,40	4	369,60	16,26

Vivienda 1B5

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	606,38	120,80	6	724,80	31,89
DORM.1	DUBAL 45	525,55	92,40	6	554,40	24,40
DORM.2	DUBAL 45	322,64	92,40	4	369,60	16,26
DORM.3	DUBAL 45	282,52	92,40	4	369,60	16,26
COCINA	DUBAL 45	397,85	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	537,03	92,40	6	554,40	24,40
BAÑO 2	DUBAL 45	406,20	92,40	5	462,00	20,33
VEST-PAS.	DUBAL 45	284,94	92,40	4	369,60	16,26

Vivienda 1A1

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	809,11	120,80	7	845,60	37,21
DORM.1	DUBAL 45	474,44	92,40	6	554,40	24,40
DORM.2	DUBAL 45	378,76	92,40	5	462,00	20,33
DORM.3	DUBAL 45	331,66	92,40	4	369,60	16,26
COCINA	DUBAL 45	397,85	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	403,97	92,40	6	554,40	24,40
BAÑO 2	DUBAL 45	346,03	92,40	5	462,00	20,33
VEST-PAS.	DUBAL 45	314,16	92,40	4	369,60	16,26

Vivienda 1A2, 1A3, 1A4

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	711,84	120,80	6	724,80	31,89
DORM.1	DUBAL 45	474,44	92,40	6	554,40	24,40
DORM.2	DUBAL 45	378,76	92,40	5	462,00	20,33
DORM.3	DUBAL 45	331,66	92,40	4	369,60	16,26
COCINA	DUBAL 45	397,85	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	403,97	92,40	6	554,40	24,40
BAÑO 2	DUBAL 45	346,02	92,40	5	462,00	20,33
VEST-PAS.	DUBAL 45	274,96	92,40	4	369,60	16,26

Vivienda 1A5

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	711,84	120,80	6	724,80	31,89
DORM.1	DUBAL 45	578,99	92,40	7	646,80	28,46
DORM.2	DUBAL 45	378,76	92,40	5	462,00	20,33
DORM.3	DUBAL 45	331,44	92,40	4	369,60	16,26
COCINA	DUBAL 45	397,85	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	464,67	92,40	6	554,40	24,40
BAÑO 2	DUBAL 45	346,02	92,40	5	462,00	20,33
VEST-PAS.	DUBAL 45	274,96	92,40	4	369,60	16,26

Vivienda 1C

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	1218,72	120,80	12	1449,60	63,79
DORM.1	DUBAL 45	653,95	92,40	8	739,20	32,53
DORM.2	DUBAL 45	371,45	92,40	5	462,00	20,33
DORM.3	DUBAL 45	303,60	92,40	4	369,60	16,26
COCINA	DUBAL 45	402,14	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	343,38	92,40	4	369,60	16,26
BAÑO 2	DUBAL 45	337,50	92,40	4	369,60	16,26
VEST-PAS.	DUBAL 45	251,78	92,40	3	277,20	12,20

Vivienda 1D

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	1089,03	120,8	10	1208,00	53,16
DORM.1	DUBAL 45	531,10	92,40	6	554,40	24,40
DORM.2	DUBAL 45	369,67	92,40	5	462,00	20,33
DORM.3	DUBAL 45	312,81	92,40	4	369,60	16,26
COCINA	DUBAL 45	402,14	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	342,26	92,40	4	369,60	16,26
BAÑO 2	DUBAL 45	305,36	92,40	4	369,60	16,26
VEST-PAS.	DUBAL 45	218,57	92,40	3	277,20	12,20

PLANTA SEGUNDA**Vivienda 2B1**

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	971,57	120,80	10	1208,00	53,16
DORM.1	DUBAL 45	520,26	92,40	6	554,40	24,40
DORM.2	DUBAL 45	409,48	92,40	5	462,00	20,33
DORM.3	DUBAL 45	356,62	92,40	4	369,60	16,26
COCINA	DUBAL 45	452,23	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	527,42	92,40	6	554,40	24,40
BAÑO 2	DUBAL 45	451,63	92,40	5	462,00	20,33
VEST-PAS.	DUBAL 45	430,89	92,40	5	462,00	20,33

Viviendas 2B2, 2B3, 2B4

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	776,29	120,80	7	845,60	37,21
DORM.1	DUBAL 45	520,26	92,40	6	554,40	24,40
DORM.2	DUBAL 45	409,48	92,40	5	462,00	20,33
DORM.3	DUBAL 45	356,62	92,40	4	369,60	16,26
COCINA	DUBAL 45	452,23	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	527,42	92,40	6	554,40	24,40
BAÑO 2	DUBAL 45	5451,63	92,40	5	462,00	20,33
VEST-PAS.	DUBAL 45	394,43	92,40	5	462,00	20,33

Vivienda 2B5

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	776,29	120,80	7	845,60	37,21
DORM.1	DUBAL 45	644,68	92,40	7	646,80	28,46
DORM.2	DUBAL 45	409,48	92,40	5	462,00	20,33
DORM.3	DUBAL 45	356,62	92,40	4	369,60	16,26
COCINA	DUBAL 45	452,23	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	568,36	92,40	7	646,80	28,46
BAÑO 2	DUBAL 45	451,63	92,40	5	462,00	20,33
VEST-PAS.	DUBAL 45	394,46	92,40	5	462,00	20,33

Vivienda 2A1

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	1005,60	120,80	10	1208,00	53,16
DORM.1	DUBAL 45	610,74	92,40	7	646,80	28,46
DORM.2	DUBAL 45	480,70	92,40	6	554,40	24,40
DORM.3	DUBAL 45	418,64	92,40	5	462,00	20,33
COCINA	DUBAL 45	452,23	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	449,29	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 2	DUBAL 45	384,72	92,40	5	462,00	20,33
VEST-PAS.	DUBAL 45	418,93	92,40	5	462,00	20,33

Viviendas 2A2, 2A3, 2A4

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	870,79	120,80	8	966,40	42,53
DORM.1	DUBAL 45	610,74	92,40	7	646,80	28,46
DORM.2	DUBAL 45	480,68	92,40	6	554,40	24,40
DORM.3	DUBAL 45	418,64	92,40	5	462,00	20,33
COCINA	DUBAL 45	452,23	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	449,28	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 2	DUBAL 45	384,72	92,40	5	462,00	20,33
VEST-PAS.	DUBAL 45	379,47	92,40	5	462,00	20,33

Vivienda 2A5

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	870,79	120,80	8	966,40	42,53
DORM.1	DUBAL 45	710,74	92,40	8	739,20	32,53
DORM.2	DUBAL 45	480,70	92,40	6	554,40	24,40
DORM.3	DUBAL 45	418,64	92,40	5	462,00	20,33
COCINA	DUBAL 45	452,23	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 1	DUBAL 45	511,16	92,40	6	554,40	24,40
BAÑO 2	DUBAL 45	384,72	92,40	5	462,00	20,33
VEST-PAS.	DUBAL 45	379,47	92,40	5	462,00	20,33

Vivienda 2C

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	1206,66	120,80	10	1208,00	53,16
DORM.1	DUBAL 45	789,46	92,40	10	924,00	40,66
DORM.2	DUBAL 45	473,36	92,40	6	554,40	24,40
DORM.3	DUBAL 45	382,56	92,40	5	462,00	20,33
COCINA	DUBAL 45	471,90	92,40	6	554,40	24,40
BAÑO 1	DUBAL 45	430,10	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 2	DUBAL 45	385,64	92,40	5	462,00	20,33
VEST-PAS.	DUBAL 45	227,47	92,40	3	277,20	12,20

Vivienda 2D

LOCAL	MODELO	POT. TEÓRICA (W)	POT. ELEMENTO (W)	Nº DE ELEMENTOS	POT. TOTAL (W)	CAUDAL (l/h)
SALÓN	DUBAL 60	1070,72	120,80	10	1208,00	53,16
DORM.1	DUBAL 45	672,11	92,40	8	739,20	32,53
DORM.2	DUBAL 45	472,88	92,40	6	554,40	24,40
DORM.3	DUBAL 45	389,13	92,40	5	462,00	20,33
COCINA	DUBAL 45	471,99	92,40	6	554,40	24,40
BAÑO 1	DUBAL 45	390,40	92,40	5	462,00	20,33
BAÑO 2	DUBAL 45	353,50	92,40	4	369,60	16,26
VEST-PAS.	DUBAL 45	196,69	92,40	3	277,20	12,20

3.4 CÁLCULO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

3.4.1 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD Y DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS

Para dimensionar las tuberías necesitamos saber el caudal que pasa por ellas, mediante la siguiente ecuación hemos hallado el caudal que llega a cada radiador.

$$q = \frac{\text{Pot.}}{\Delta T \times C_e \times P_e} \times 3600 \text{ (l/h)}$$

Al tener este caudal podemos dimensionar las tuberías que llegan a cada radiador, el resto de caudales que pasan por las demás tuberías lo hallamos sumando los caudales de los radiadores a donde debe llegar el agua.

El diámetro lo hallaremos mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{q}{v} = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

Introduciremos el caudal hallado anteriormente y una velocidad de diseño de 0,7 m/s, la velocidad del agua que circula por tuberías debe estar entre 0,3 m/s y 1,5 m/s según la norma para que no se produzcan sedimentaciones por baja velocidad ni ruido, cavitación y erosión por alta velocidad. Una vez hallado el diámetro buscamos el DN (diámetro normalizado) en las diferentes tablas e introducimos ese diámetro de nuevo en la ecuación para esta vez hallar la velocidad real con la que circula el agua por los diferentes tramos de tubería.

En las siguientes tablas podemos ver los datos de caudales, diámetros y velocidades de cada uno de los tramos de tuberías.

BLOQUE 1

Planta baja

Vivienda 0B1

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	24,40	0,70	0,0035	PER12-8,40	0,12
1→2	/	/	24,40	0,70	0,0035	PER12-8,40	0,12
Salón	Dubal 60	1	42,53	0,70	0,0046	PER12-8,40	0,21
2→3	/	/	66,93	0,70	0,0058	PER12-8,40	0,34
Dorm.2	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
3→4	/	/	83,19	0,70	0,0065	PER16-12,40	0,19
Dorm.3	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
4→5	/	/	99,45	0,70	0,0071	PER16-12,40	0,23
Dorm.1	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
5→6	/	/	119,78	0,70	0,0078	PER16-12,40	0,28
Baño 1	Dubal 45	1	24,40	0,70	0,0035	PER12-8,40	0,12
6→7	/	/	144,18	0,70	0,0085	PER16-12,40	0,33
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	164,51	0,70	0,0091	PER16-12,40	0,38
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	184,84	0,70	0,0097	PER16-12,40	0,43

Vivienda 0A1

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
1→2	/	/	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
Salón	Dubal 60	1	42,53	0,70	0,0046	PER12-8,40	0,21
2→3	/	/	62,86	0,70	0,0056	PER12-8,40	0,32
Dorm.2	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
3→4	/	/	83,19	0,70	0,0065	PER16-12,40	0,19
Dorm.3	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
4→5	/	/	103,52	0,70	0,0072	PER16-12,40	0,24
Dorm.1	Dubal 45	1	24,40	0,70	0,0035	PER12-8,40	0,12
5→6	/	/	127,92	0,70	0,0080	PER16-12,40	0,29
Baño 1	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
6→7	/	/	148,25	0,70	0,0087	PER16-12,40	0,34
Baño 2	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
7→8	/	/	164,51	0,70	0,0091	PER16-12,40	0,38
Cocina	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
8→9	/	/	180,77	0,70	0,0096	PER16-12,40	0,42

Planta Primera

Vivienda 1B1

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
1→2	/	/	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
Salón	Dubal 60	1	37,20	0,70	0,0043	PER12-8,40	0,19
2→3	/	/	53,46	0,70	0,0052	PER12-8,40	0,27
Dorm.2	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
3→4	/	/	69,72	0,70	0,0059	PER12-8,40	0,35
Dorm.3	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
4→5	/	/	85,98	0,70	0,0066	PER16-12,40	0,20
Dorm.1	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
5→6	/	/	106,31	0,70	0,0073	PER16-12,40	0,25
Baño 1	Dubal 45	1	24,40	0,70	0,0035	PER12-8,40	0,12
6→7	/	/	130,71	0,70	0,0081	PER16-12,40	0,30
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	151,04	0,70	0,0087	PER16-12,40	0,35
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	171,37	0,70	0,0093	PER16-12,40	0,39

Vivienda 1A1

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
1→2	/	/	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
Salón	Dubal 60	1	37,21	0,70	0,0043	PER12-8,40	0,19
2→3	/	/	53,47	0,70	0,0052	PER12-8,40	0,27
Dorm.2	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
3→4	/	/	73,80	0,70	0,0061	PER12-8,40	0,37
Dorm.3	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
4→5	/	/	90,06	0,70	0,0068	PER16-12,40	0,21
Dorm.1	Dubal 45	1	24,40	0,70	0,0035	PER12-8,40	0,12
5→6	/	/	114,46	0,70	0,0076	PER16-12,40	0,26
Baño 1	Dubal 45	1	24,40	0,70	0,0035	PER12-8,40	0,12
6→7	/	/	138,86	0,70	0,0084	PER16-12,40	0,32
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	159,19	0,70	0,0090	PER16-12,40	0,37
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	179,52	0,70	0,00995	PER16-12,40	0,41

Vivienda 1C

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	12,20	0,7	0,0025	PER12-8,40	0,06
1→2	/	/	12,20	0,7	0,0025	PER12-8,40	0,06
Salón	Dubal 60	1	63,79	0,7	0,0057	PER12-8,40	0,32
2→3	/	/	75,99	0,7	0,0062	PER12-8,40	0,38
Dorm.2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
3→4	/	/	96,32	0,7	0,0070	PER16-12,40	0,22
Dorm.3	Dubal 45	1	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
4→5	/	/	112,58	0,7	0,0075	PER16-12,40	0,26
Dorm.1	Dubal 45	1	32,53	0,7	0,0041	PER12-8,40	0,16
5→6	/	/	145,11	0,7	0,0086	PER16-12,40	0,33
Baño 1	Dubal 45	1	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
6→7	/	/	161,37	0,7	0,0090	PER16-12,40	0,37
Baño 2	Dubal 45	1	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
7→8	/	/	177,63	0,7	0,0095	PER16-12,40	0,41
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	197,96	0,7	0,0100	PER16-12,40	0,46

Vivienda 1D

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	12,20	0,7	0,0025	PER12-8,40	0,06
1→2	/	/	12,20	0,7	0,0025	PER12-8,40	0,06
Salón	Dubal 60	1	53,16	0,7	0,0052	PER12-8,40	0,27
2→3	/	/	65,36	0,7	0,0058	PER12-8,40	0,33
Dorm.2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
3→4	/	/	85,69	0,7	0,0066	PER16-12,40	0,20
Dorm.3	Dubal 45	1	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
4→5	/	/	101,95	0,7	0,0072	PER16-12,40	0,24
Dorm.1	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
5→6	/	/	126,35	0,7	0,0080	PER16-12,40	0,29
Baño 1	Dubal 45	1	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
6→7	/	/	142,61	0,7	0,0085	PER16-12,40	0,33
Baño 2	Dubal 45	1	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
7→8	/	/	158,87	0,7	0,0090	PER16-12,40	0,37
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	179,20	0,7	0,0095	PER16-12,40	0,41

Planta segunda

Vivienda 2B1

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
1→2	/	/	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
Salón	Dubal 60	1	53,16	0,7	0,0052	PER12-8,40	0,27
2→3	/	/	73,49	0,7	0,0061	PER12-8,40	0,37
Dorm.2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
3→4	/	/	93,82	0,7	0,0069	PER16-12,40	0,22
Dorm.3	Dubal 45	1	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
4→5	/	/	110,08	0,7	0,0075	PER16-12,40	0,26
Dorm.1	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
5→6	/	/	134,48	0,7	0,0082	PER16-12,40	0,31
Baño 1	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
6→7	/	/	158,88	0,7	0,0090	PER16-12,40	0,37
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	179,21	0,7	0,0095	PER16-12,40	0,41
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	199,54	0,7	0,0100	PER16-12,40	0,46

Vivienda 2A1

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
1→2	/	/	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
Salón	Dubal 60	1	53,16	0,7	0,0052	PER12-8,40	0,27
2→3	/	/	73,49	0,7	0,0061	PER12-8,40	0,37
Dorm.2	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
3→4	/	/	97,89	0,7	0,0070	PER16-12,40	0,23
Dorm.3	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
4→5	/	/	118,22	0,7	0,0077	PER16-12,40	0,27
Dorm.1	Dubal 45	1	28,46	0,7	0,0038	PER12-8,40	0,14
5→6	/	/	146,68	0,7	0,0086	PER16-12,40	0,34
Baño 1	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
6→7	/	/	167,01	0,7	0,0092	PER16-12,40	0,38
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	187,34	0,7	0,0097	PER16-12,40	0,43
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	207,67	0,7	0,0102	PER16-12,40	0,48

Vivienda 2C

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	12,20	0,7	0,0025	PER12-8,40	0,06
1→2	/	/	12,20	0,7	0,0025	PER12-8,40	0,06
Salón	Dubal 60	1	53,16	0,7	0,0052	PER12-8,40	0,27
2→3	/	/	65,36	0,7	0,0058	PER12-8,40	0,33
Dorm.2	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
3→4	/	/	89,76	0,7	0,0067	PER16-12,40	0,21
Dorm.3	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
4→5	/	/	110,09	0,7	0,0075	PER16-12,40	0,25
Dorm.1	Dubal 45	1	40,66	0,7	0,0045	PER12-8,40	0,20
5→6	/	/	150,75	0,7	0,0087	PER16-12,40	0,35
Baño 1	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
6→7	/	/	171,08	0,7	0,0093	PER16-12,40	0,39
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	191,41	0,7	0,0098	PER16-12,40	0,44
Cocina	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
8→9	/	/	215,81	0,7	0,0104	PER16-12,40	0,50

Vivienda 2D

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	12,20	0,7	0,0025	PER12-8,40	0,06
1→2	/	/	12,20	0,7	0,0025	PER12-8,40	0,06
Salón	Dubal 60	1	53,16	0,7	0,0052	PER12-8,40	0,27
2→3	/	/	65,36	0,7	0,0058	PER12-8,40	0,33
Dorm.2	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
3→4	/	/	89,76	0,7	0,0067	PER16-12,40	0,21
Dorm.3	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
4→5	/	/	110,09	0,7	0,0075	PER16-12,40	0,25
Dorm.1	Dubal 45	1	32,53	0,7	0,0041	PER12-8,40	0,16
5→6	/	/	142,62	0,7	0,0085	PER16-12,40	0,33
Baño 1	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
6→7	/	/	162,95	0,7	0,0091	PER16-12,40	0,38
Baño 2	Dubal 45	1	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
7→8	/	/	179,21	0,7	0,0095	PER16-12,40	0,41
Cocina	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
8→9	/	/	203,61	0,7	0,0101	PER16-12,40	0,46



	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
TOTAL PB	365,61	0,70	0,0136	PER20-16,20	0,49
TOTAL P1^a	728,05	0,70	0,0192	PER25-20,40	0,62
TOTAL P2^a	826,63	0,70	0,0204	PER25-20,40	0,70

	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Montante P2^a	826,63	0,70	0,0204	PER25-20,40	0,70
Montante P1^a	1554,68	0,70	0,0280	PER40-32,60	0,52
Montante PB	1920,38	0,70	0,0312	PER40-32,60	0,64

BLOQUE 2

Planta baja

Viviendas 0B2, 0B3

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
1→2	/	/	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
Salón	Dubal 60	1	31,89	0,70	0,0040	PER12-8,40	0,16
2→3	/	/	52,22	0,70	0,0051	PER12-8,40	0,26
Dorm.2	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
3→4	/	/	68,48	0,70	0,0059	PER12-8,40	0,34
Dorm.3	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
4→5	/	/	84,74	0,70	0,0065	PER16-12,40	0,20
Dorm.1	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
5→6	/	/	105,07	0,70	0,0073	PER16-12,40	0,24
Baño 1	Dubal 45	1	24,40	0,70	0,0035	PER12-8,40	0,12
6→7	/	/	129,47	0,70	0,0081	PER16-12,40	0,30
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	149,80	0,70	0,0087	PER16-12,40	0,35
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	170,13	0,70	0,0093	PER16-12,40	0,39

Viviendas 0A2, 0A3

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
1→2	/	/	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
Salón	Dubal 60	1	37,21	0,70	0,0043	PER12-8,40	0,19
2→3	/	/	57,54	0,70	0,0054	PER12-8,40	0,29
Dorm.2	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
3→4	/	/	77,87	0,70	0,0063	PER16-12,40	0,18
Dorm.3	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
4→5	/	/	98,20	0,70	0,0070	PER16-12,40	0,23
Dorm.1	Dubal 45	1	24,40	0,70	0,0035	PER12-8,40	0,12
5→6	/	/	122,60	0,70	0,0079	PER16-12,40	0,28
Baño 1	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
6→7	/	/	142,93	0,70	0,0085	PER16-12,40	0,33
Baño 2	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
7→8	/	/	159,19	0,70	0,0090	PER16-12,40	0,37
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	179,52	0,70	0,0095	PER16-12,40	0,41

Planta Primera

Viviendas 1B2, 1B3

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
1→2	/	/	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
Salón	Dubal 60	1	31,89	0,70	0,0040	PER12-8,40	0,16
2→3	/	/	48,15	0,70	0,0049	PER12-8,40	0,24
Dorm.2	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
3→4	/	/	64,41	0,70	0,0057	PER12-8,40	0,32
Dorm.3	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
4→5	/	/	80,67	0,70	0,0064	PER16-12,40	0,19
Dorm.1	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
5→6	/	/	101,00	0,70	0,0071	PER16-12,40	0,23
Baño 1	Dubal 45	1	24,40	0,70	0,0035	PER12-8,40	0,12
6→7	/	/	125,40	0,70	0,0080	PER16-12,40	0,29
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	145,73	0,70	0,0086	PER16-12,40	0,34
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	166,06	0,70	0,0092	PER16-12,40	0,38

Viviendas 1A2, 1A3

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
1→2	/	/	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
Salón	Dubal 60	1	31,89	0,7	0,0040	PER12-8,40	0,16
2→3	/	/	48,15	0,7	0,0049	PER12-8,40	0,24
Dorm.2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
3→4	/	/	68,48	0,7	0,0059	PER12-8,40	0,34
Dorm.3	Dubal 45	1	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
4→5	/	/	84,74	0,7	0,0065	PER16-12,40	0,20
Dorm.1	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
5→6	/	/	109,14	0,7	0,0074	PER16-12,40	0,25
Baño 1	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
6→7	/	/	133,54	0,7	0,0082	PER16-12,40	0,31
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	153,87	0,7	0,0088	PER16-12,40	0,35
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	174,20	0,7	0,0094	PER16-12,40	0,40

Planta Segunda

Viviendas 2B2, 2B3

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
1→2	/	/	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
Salón	Dubal 60	1	37,21	0,7	0,0043	PER12-8,40	0,19
2→3	/	/	57,54	0,7	0,0054	PER12-8,40	0,29
Dorm.2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
3→4	/	/	77,87	0,7	0,0063	PER16-12,40	0,18
Dorm.3	Dubal 45	1	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
4→5	/	/	94,13	0,7	0,0069	PER16-12,40	0,22
Dorm.1	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
5→6	/	/	118,53	0,7	0,0077	PER16-12,40	0,27
Baño 1	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
6→7	/	/	142,93	0,7	0,0085	PER16-12,40	0,33
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	163,26	0,7	0,0091	PER16-12,40	0,38
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	183,59	0,7	0,0096	PER16-12,40	0,42

Viviendas 2A2, 2A3

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
1→2	/	/	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
Salón	Dubal 60	1	42,53	0,7	0,0046	PER12-8,40	0,21
2→3	/	/	62,86	0,7	0,0056	PER12-8,40	0,32
Dorm.2	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
3→4	/	/	87,26	0,7	0,0066	PER16-12,40	0,20
Dorm.3	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
4→5	/	/	107,59	0,7	0,0074	PER16-12,40	0,25
Dorm.1	Dubal 45	1	28,46	0,7	0,0038	PER12-8,40	0,14
5→6	/	/	136,05	0,7	0,0083	PER16-12,40	0,31
Baño 1	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
6→7	/	/	156,38	0,7	0,0089	PER16-12,40	0,36
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	176,71	0,7	0,0095	PER16-12,40	0,41
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	197,04	0,7	0,0100	PER16-12,40	0,45



	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
TOTAL PB	699,30	0,70	0,0188	PER25-20,40	0,59
TOTAL P1^a	680,52	0,70	0,0185	PER25-20,40	0,58
TOTAL P2^a	761,26	0,70	0,0196	PER25-20,40	0,65

	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Montante P2^a	761,26	0,70	0,0196	PER25-20,40	0,65
Montante P1^a	1441,78	0,70	0,0270	PER40-32,60	0,48
Montante PB	2141,08	0,70	0,0329	PER50-42,80	0,41



BLOQUE 3

Planta Baja

Vivienda 0B4

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
1→2	/	/	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
Salón	Dubal 60	1	31,89	0,70	0,0040	PER12-8,40	0,16
2→3	/	/	52,22	0,70	0,0051	PER12-8,40	0,26
Dorm.2	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
3→4	/	/	68,48	0,70	0,0059	PER12-8,40	0,34
Dorm.3	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
4→5	/	/	84,74	0,70	0,0065	PER16-12,40	0,20
Dorm.1	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
5→6	/	/	105,07	0,70	0,0073	PER16-12,40	0,24
Baño 1	Dubal 45	1	24,40	0,70	0,0035	PER12-8,40	0,12
6→7	/	/	129,47	0,70	0,0081	PER16-12,40	0,30
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	149,80	0,70	0,0087	PER16-12,40	0,35
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	170,13	0,70	0,0093	PER16-12,40	0,39

Vivienda 0B5

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
1→2	/	/	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
Salón	Dubal 60	1	31,89	0,70	0,0040	PER12-8,40	0,16
2→3	/	/	52,22	0,70	0,0051	PER12-8,40	0,26
Dorm.2	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
3→4	/	/	68,48	0,70	0,0059	PER12-8,40	0,34
Dorm.3	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
4→5	/	/	84,74	0,70	0,0065	PER16-12,40	0,20
Dorm.1	Dubal 45	1	24,40	0,70	0,0035	PER12-8,40	0,12
5→6	/	/	109,14	0,70	0,0074	PER16-12,40	0,25
Baño 1	Dubal 45	1	24,40	0,70	0,0035	PER12-8,40	0,12
6→7	/	/	133,54	0,70	0,0082	PER16-12,40	0,31
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	153,87	0,70	0,0088	PER16-12,40	0,35
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	174,20	0,70	0,0094	PER16-12,40	0,40

Vivienda 0A4

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
1→2	/	/	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
Salón	Dubal 60	1	37,21	0,70	0,0043	PER12-8,40	0,19
2→3	/	/	57,54	0,70	0,0054	PER12-8,40	0,29
Dorm.2	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
3→4	/	/	77,87	0,70	0,0063	PER16-12,40	0,18
Dorm.3	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
4→5	/	/	98,20	0,70	0,0070	PER16-12,40	0,23
Dorm.1	Dubal 45	1	24,40	0,70	0,0035	PER12-8,40	0,12
5→6	/	/	122,60	0,70	0,0079	PER16-12,40	0,28
Baño 1	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
6→7	/	/	142,93	0,70	0,0085	PER16-12,40	0,33
Baño 2	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
7→8	/	/	159,19	0,70	0,0090	PER16-12,40	0,37
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	179,52	0,70	0,0095	PER16-12,40	0,41

Vivienda 0A5

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
1→2	/	/	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
Salón	Dubal 60	1	37,21	0,70	0,0043	PER12-8,40	0,19
2→3	/	/	57,54	0,70	0,0054	PER12-8,40	0,29
Dorm.2	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
3→4	/	/	77,87	0,70	0,0063	PER16-12,40	0,18
Dorm.3	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
4→5	/	/	98,20	0,70	0,0070	PER16-12,40	0,23
Dorm.1	Dubal 45	1	28,46	0,70	0,0038	PER12-8,40	0,14
5→6	/	/	126,66	0,70	0,0080	PER16-12,40	0,29
Baño 1	Dubal 45	1	22,77	0,70	0,0034	PER12-8,40	0,11
6→7	/	/	149,43	0,70	0,0087	PER16-12,40	0,34
Baño 2	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
7→8	/	/	165,69	0,70	0,0092	PER16-12,40	0,38
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	186,02	0,70	0,0097	PER16-12,40	0,43

Planta Primera

Vivienda 1B4

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
1→2	/	/	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
Salón	Dubal 60	1	31,89	0,70	0,0040	PER12-8,40	0,16
2→3	/	/	48,15	0,70	0,0049	PER12-8,40	0,24
Dorm.2	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
3→4	/	/	64,41	0,70	0,0057	PER12-8,40	0,32
Dorm.3	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
4→5	/	/	80,67	0,70	0,0064	PER16-12,40	0,19
Dorm.1	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
5→6	/	/	101,00	0,70	0,0071	PER16-12,40	0,23
Baño 1	Dubal 45	1	24,40	0,70	0,0035	PER12-8,40	0,12
6→7	/	/	125,40	0,70	0,0080	PER16-12,40	0,29
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	145,73	0,70	0,0086	PER16-12,40	0,34
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	166,06	0,70	0,0092	PER16-12,40	0,38

Vivienda 1B5

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
1→2	/	/	16,26	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
Salón	Dubal 60	1	31,89	0,70	0,0040	PER12-8,40	0,16
2→3	/	/	48,15	0,70	0,0049	PER12-8,40	0,24
Dorm.2	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
3→4	/	/	64,41	0,70	0,0057	PER12-8,40	0,32
Dorm.3	Dubal 45	1	16,26	0,70	0,0029	PER12-8,40	0,08
4→5	/	/	80,67	0,70	0,0064	PER16-12,40	0,19
Dorm.1	Dubal 45	1	24,40	0,70	0,0035	PER12-8,40	0,12
5→6	/	/	105,07	0,70	0,0053	PER16-12,40	0,24
Baño 1	Dubal 45	1	24,40	0,70	0,0035	PER12-8,40	0,12
6→7	/	/	129,47	0,70	0,0081	PER16-12,40	0,30
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	149,80	0,70	0,0087	PER16-12,40	0,35
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,70	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	170,13	0,70	0,0086	PER16-12,40	0,39

Vivienda 1A4

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
1→2	/	/	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
Salón	Dubal 60	1	31,89	0,7	0,0040	PER12-8,40	0,16
2→3	/	/	48,15	0,7	0,0049	PER12-8,40	0,24
Dorm.2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
3→4	/	/	68,48	0,7	0,0059	PER12-8,40	0,34
Dorm.3	Dubal 45	1	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
4→5	/	/	84,74	0,7	0,0065	PER16-12,40	0,20
Dorm.1	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
5→6	/	/	109,14	0,7	0,0074	PER16-12,40	0,25
Baño 1	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
6→7	/	/	133,54	0,7	0,0082	PER16-12,40	0,31
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	153,87	0,7	0,0088	PER16-12,40	0,35
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	174,20	0,7	0,0094	PER16-12,40	0,40

Vivienda 1A5

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
1→2	/	/	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
Salón	Dubal 60	1	31,89	0,7	0,0040	PER12-8,40	0,16
2→3	/	/	48,15	0,7	0,0049	PER12-8,40	0,24
Dorm.2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
3→4	/	/	68,48	0,7	0,0059	PER12-8,40	0,34
Dorm.3	Dubal 45	1	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
4→5	/	/	84,74	0,7	0,0065	PER16-12,40	0,20
Dorm.1	Dubal 45	1	28,46	0,7	0,0038	PER12-8,40	0,14
5→6	/	/	113,20	0,7	0,0076	PER16-12,40	0,26
Baño 1	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
6→7	/	/	137,60	0,7	0,0083	PER16-12,40	0,32
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	157,93	0,7	0,0089	PER16-12,40	0,36
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	178,26	0,7	0,0095	PER16-12,40	0,41

Planta Segunda

Vivienda 2B4

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
1→2	/	/	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
Salón	Dubal 60	1	37,21	0,7	0,0043	PER12-8,40	0,19
2→3	/	/	57,54	0,7	0,0054	PER12-8,40	0,29
Dorm.2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
3→4	/	/	77,87	0,7	0,0063	PER16-12,40	0,18
Dorm.3	Dubal 45	1	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
4→5	/	/	94,13	0,7	0,0069	PER16-12,40	0,22
Dorm.1	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
5→6	/	/	118,53	0,7	0,0077	PER16-12,40	0,27
Baño 1	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
6→7	/	/	142,93	0,7	0,0085	PER16-12,40	0,33
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	163,26	0,7	0,0091	PER16-12,40	0,38
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	183,59	0,7	0,0096	PER16-12,40	0,42

Vivienda 2B5

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
1→2	/	/	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
Salón	Dubal 60	1	37,21	0,7	0,0043	PER12-8,40	0,19
2→3	/	/	57,54	0,7	0,0054	PER12-8,40	0,29
Dorm.2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
3→4	/	/	77,87	0,7	0,0063	PER16-12,40	0,18
Dorm.3	Dubal 45	1	16,26	0,7	0,0029	PER12-8,40	0,08
4→5	/	/	94,13	0,7	0,0069	PER16-12,40	0,22
Dorm.1	Dubal 45	1	28,46	0,7	0,0038	PER12-8,40	0,14
5→6	/	/	122,59	0,7	0,0079	PER16-12,40	0,28
Baño 1	Dubal 45	1	28,46	0,7	0,0038	PER12-8,40	0,14
6→7	/	/	151,05	0,7	0,0087	PER16-12,40	0,35
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	171,38	0,7	0,0093	PER16-12,40	0,39
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	191,71	0,7	0,0098	PER16-12,40	0,44

Vivienda 2A4

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
1→2	/	/	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
Salón	Dubal 60	1	42,53	0,7	0,0046	PER12-8,40	0,21
2→3	/	/	62,86	0,7	0,0056	PER12-8,40	0,32
Dorm.2	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
3→4	/	/	87,26	0,7	0,0066	PER16-12,40	0,20
Dorm.3	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
4→5	/	/	107,59	0,7	0,0074	PER16-12,40	0,25
Dorm.1	Dubal 45	1	28,46	0,7	0,0038	PER12-8,40	0,14
5→6	/	/	136,05	0,7	0,0083	PER16-12,40	0,31
Baño 1	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
6→7	/	/	156,38	0,7	0,0089	PER16-12,40	0,36
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	176,71	0,7	0,0095	PER16-12,40	0,41
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	197,04	0,7	0,0100	PER16-12,40	0,45

Vivienda 2A5

Local	Modelo	Nº de emisores	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Vest-Pas	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
1→2	/	/	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
Salón	Dubal 60	1	42,53	0,7	0,0046	PER12-8,40	0,21
2→3	/	/	62,86	0,7	0,0056	PER12-8,40	0,32
Dorm.2	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
3→4	/	/	87,26	0,7	0,0066	PER16-12,40	0,20
Dorm.3	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
4→5	/	/	107,59	0,7	0,0074	PER16-12,40	0,25
Dorm.1	Dubal 45	1	32,53	0,7	0,0041	PER12-8,40	0,16
5→6	/	/	140,12	0,7	0,0084	PER16-12,40	0,32
Baño 1	Dubal 45	1	24,40	0,7	0,0035	PER12-8,40	0,12
6→7	/	/	164,52	0,7	0,0091	PER16-12,40	0,38
Baño 2	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
7→8	/	/	184,85	0,7	0,0097	PER16-12,40	0,43
Cocina	Dubal 45	1	20,33	0,7	0,0032	PER12-8,40	0,10
8→9	/	/	205,18	0,7	0,0102	PER16-12,40	0,47



	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
TOTAL PB	709,87	0,70	0,0189	PER25-20,40	0,60
TOTAL P1^a	688,65	0,70	0,0187	PER25-20,40	0,59
TOTAL P2^a	777,52	0,70	0,0198	PER25-20,40	0,66

	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Montante P2^a	777,52	0,70	0,0198	PER25-20,40	0,66
Montante P1^a	1466,17	0,70	0,0272	PER40-32,60	0,49
Montante PB	2176,04	0,70	0,0332	PER50-42,80	0,42

	Caudal (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)	V real (m/s)
Bloq.2-Bloq.3	2176,04	0,70	0,0332	PER50-42,80	0,42
Bloq.1-Bloq.2	4317,12	0,70	0,0467	PER63-51,40	0,58
Calder-Bloq.1	6237,50	0,70	0,0561	PER75-61,40	0,59

3.4.2 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA PRIMARIAS (TRAMOS RECTOS)

Para hallar las pérdidas en las tuberías hemos buscado el radiador más desfavorable de cada uno de los bloques (son los más alejados de la caldera).

Bloque 1: Piso 2B1 → radiador A.

Bloque 2: Piso 2B2 → radiador A.

Bloque 3: Piso 2B4 → radiador A

Hallamos las pérdidas de carga primarias con el caudal, la velocidad real de circulación y el diámetro comercial. Con estos parámetros miramos en el diagrama o tabla de pérdidas de carga de la tubería correspondiente (polietileno reticulado) la pérdida de carga unitaria (mmca/m) y multiplicando este valor por la longitud del tramo hallamos la pérdida de carga correspondiente a ese tramo (mmca o KPa).

$\Delta P/L$ pérdida de carga unitaria. (mmca/m).

ΔP pérdida de carga. (mmca/KPa).

A continuación las tablas con las pérdidas de carga en tramos rectos:

PLANTA TERCERA

Vivienda 2B1

Tramo	Caudal (l/h)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga unitaria (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca/KPa)
A → 1	20,33	PER12-8,40	0,10	5,19	7,06 / 0,069
1 → 2	20,33	PER12-8,40	0,10	5,19	29,22 / 0,287
2 → 3	73,49	PER12-8,40	0,37	35,47	76,62 / 0,752
3 → 4	93,82	PER16-12,40	0,47	8,99	30,48 / 0,299
4 → 5	110,08	PER16-12,40	0,55	11,78	18,97 / 0,186
5 → 6	134,48	PER16-12,40	0,67	16,57	93,65 / 0,919
6 → 7	158,88	PER16-12,40	0,37	22,06	13,24 / 0,130
7 → 8	179,21	PER16-12,40	0,41	27,13	229,25 / 2,249
8 → 9	199,54	PER16-12,40	0,46	32,65	399,96 / 3,924
9 → P2 ^a	826,63	PER25-20,40	0,70	36,31	12,71 / 0,125
P2 ^a → P1 ^a	826,63	PER25-20,40	0,70	36,31	94,41 / 0,926
P1 ^a → PB	1554,68	PER40-32,60	0,52	11,75	30,55 / 0,300
PB → GJ	1920,38	PER40-32,60	0,64	17,05	8,53 / 0,084
B1 → CALD.	6237,50	PER75-61,40	0,59	6,65	55,00 / 0,540
TOTAL					1099,65/10,790

Vivienda 2B2

Tramo	Caudal (l/h)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga unitaria (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca/KPa)
A → 1	20,33	PER12-8,40	0,10	5,19	7,06 / 0,069
1 → 2	20,33	PER12-8,40	0,10	5,19	29,22 / 0,287
2 → 3	57,54	PER12-8,40	0,29	24,56	53,05 / 0,520
3 → 4	77,87	PER16-12,40	0,39	4,18	14,17 / 0,139
4 → 5	94,13	PER16-12,40	0,47	9,04	14,47 / 0,142
5 → 6	118,53	PER16-12,40	0,59	13,36	75,91 / 0,745
6 → 7	142,93	PER16-12,40	0,33	18,40	11,04 / 0,108
7 → 8	163,26	PER16-12,40	0,38	23,11	121,33 / 1,190
8 → 9	183,59	PER16-12,40	0,42	28,28	290,15 / 2,846
9 → P2 ^a	761,26	PER25-20,40	0,65	31,42	11,00 / 0,108
P2 ^a → P1 ^a	761,26	PER25-20,40	0,65	31,42	81,69 / 0,801
P1 ^a → PB	1441,78	PER40-32,60	0,48	10,30	26,78 / 0,263
PB → GJ	2141,08	PER50-42,80	0,41	7,07	3,54 / 0,035
B.2 → B.1	4317,12	PER63-51,40	0,58	8,09	26,66 / 0,262
B.1 → CALD.	6237,51	PER75-61,40	0,59	6,65	55,00 / 0,540
TOTAL					821,07/8,055

Vivienda 2B4

Tramo	Caudal (l/h)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga unitaria (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca/KPa)
A → 1	20,33	PER12-8,40	0,10	5,19	7,06 / 0,069
1 → 2	20,33	PER12-8,40	0,10	5,19	29,22 / 0,287
2 → 3	57,54	PER12-8,40	0,29	24,56	53,05 / 0,520
3 → 4	77,87	PER16-12,40	0,39	4,18	14,17 / 0,139
4 → 5	94,13	PER16-12,40	0,47	9,04	14,56 / 0,143
5 → 6	118,53	PER16-12,40	0,59	13,36	75,91 / 0,745
6 → 7	142,93	PER16-12,40	0,33	18,40	11,04 / 0,108
7 → 8	163,26	PER16-12,40	0,38	23,11	121,33 / 1,190
8 → 9	183,59	PER16-12,40	0,42	28,28	290,16 / 2,847
9 → P2 ^a	777,52	PER25-20,40	0,66	32,61	11,41 / 0,112
P2 ^a → P1 ^a	777,52	PER25-20,40	0,66	32,61	84,79 / 0,832
P1 ^a → PB	1466,17	PER40-32,60	0,49	10,60	27,56 / 0,270
PB → GJ	2176,04	PER50-42,80	0,42	7,28	3,64 / 0,036
B.3 → B.2	2176,04	PER50-42,80	0,42	7,28	155,43 / 1,525
B.2 → B.1	4317,12	PER63-51,40	0,58	8,09	215,68 / 2,116
B.1 → CALD.	6237,50	PER75-61,40	0,59	6,65	55,00 / 0,540
TOTAL					1170,01/11,48

3.4.3 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA SECUNDARIAS (LOCALIZADAS)

Las pérdidas de carga localizadas pueden ser halladas de dos métodos diferentes: el método de la longitud equivalente y el método de los coeficientes de pérdida de carga.

- Método de la longitud equivalente: consiste en la sustitución de cada uno de los accesorios de la instalación por una tubería de longitud ficticia de tramo recto, tal que las pérdidas de carga que se produzcan en dicho tramo sean iguales a las que se producen en el elemento considerado

- Método de los coeficientes: consiste en asignar a cada accesorio un coeficiente (resistencia simple) y se determinan las pérdidas con la siguiente expresión.

$$\Delta p = \varepsilon \frac{V^2 \gamma}{2g} \quad (\text{Kg/m}^2; \text{ se convertirá a mmca}).$$

Siendo

- V velocidad del agua en cada tramo de tubería. (m/s).
- γ densidad del agua. (Kg/m³).
- g aceleración de la gravedad. (m/s²).
- ε coeficiente de resistencia (no depende de Reynolds).

También se pueden estimar las pérdidas de carga entre un 20% y un 30% de las pérdidas en tramos rectos. En nuestro proyecto es lo que se ha elegido.

Vivienda 2B1

Tramo	Pérdida de carga (mmca/KPa)	Pérdidas de carga localizadas (30 %)
A → 1	7,06 / 0,069	9,18 / 0,090
1 → 2	29,22 / 0,287	37,99 / 0,373
2 → 3	76,62 / 0,752	99,61 / 0,978
3 → 4	30,48 / 0,299	39,62 / 0,389
4 → 5	18,97 / 0,186	24,66 / 0,242
5 → 6	93,65 / 0,919	121,75 / 1,195
6 → 7	13,24 / 0,130	17,21 / 0,169
7 → 8	229,25 / 2,249	298,03 / 2,924
8 → 9	399,96 / 3,924	519,95 / 5,101
9 → P2 ^a	12,71 / 0,125	16,52 / 0,163
P2 ^a → P1 ^a	94,41 / 0,926	122,73 / 1,204
P1 ^a → PB	30,55 / 0,300	39,72 / 0,390
PB → GJ	8,53 / 0,084	11,09 / 0,109
B1 → CALD.	55,00 / 0,540	71,50 / 0,702
TOTAL	1099,65/10,790	1429,55/14,027

Vivienda 2B2

Tramo	Pérdidas de carga (mmca/KPa)	Perdidas de carga localizadas (30 %)
A → 1	7,06 / 0,069	9,18 / 0,090
1 → 2	29,22 / 0,287	37,99 / 0,373
2 → 3	53,05 / 0,520	68,97 / 0,676
3 → 4	14,17 / 0,139	18,42 / 0,181
4 → 5	14,47 / 0,142	18,81 / 0,185
5 → 6	75,91 / 0,745	98,68 / 0,969
6 → 7	11,04 / 0,108	14,352 / 0,140
7 → 8	121,33 / 1,190	157,73 / 1,547
8 → 9	290,15 / 2,846	377,19 / 3,700
9 → P2 ^a	11,00 / 0,108	14,30 / 0,140
P2 ^a → P1 ^a	81,69 / 0,801	106,20 / 1,041
P1 ^a → PB	26,78 / 0,263	34,81 / 0,342
PB → GJ	3,54 / 0,035	4,60 / 0,046
B.2 → B.1	26,66 / 0,262	34,66 / 0,341
B.1 → CALD.	55,00 / 0,540	71,50 / 0,702
TOTAL	821,07/8,055	1067,39/10,472

Vivienda 2B4

Tramo	Pérdidas de carga (mmca/KPa)	Perdidas de carga localizadas (30 %)
A → 1	7,06 / 0,069	9,18 / 0,090
1 → 2	29,22 / 0,287	37,99 / 0,373
2 → 3	53,05 / 0,520	68,97 / 0,676
3 → 4	14,17 / 0,139	18,42 / 0,181
4 → 5	14,56 / 0,143	18,81 / 0,185
5 → 6	75,91 / 0,745	98,68 / 0,969
6 → 7	11,04 / 0,108	14,35 / 0,140
7 → 8	121,33 / 1,190	157,73 / 1,547
8 → 9	290,16 / 2,847	377,21 / 3,701
9 → P2 ^a	11,41 / 0,112	14,83 / 0,146
P2 ^a → P1 ^a	84,79 / 0,832	110,23 / 1,082
P1 ^a → PB	27,56 / 0,270	35,83 / 0,351
PB → GJ	3,64 / 0,036	4,73 / 0,468
B.3 → B.2	155,43 / 1,525	202,06 / 1,983
B.2 → B.1	215,68 / 2,116	280,38 / 2,751
B.1 → CALD.	55,00 / 0,540	71,50 / 0,702
TOTAL	1170,01/11,48	1521,01/14,924

Al producirse diferentes pérdidas de carga en los pisos debido a caudales diferentes entre ellos (como consecuencia de diferentes necesidades energéticas) y a que los circuitos son diferentes en muchas casas, el agua tenderá a circular por donde menos resistencia encuentre. Debido a esto por unos tramos circulará menos agua de la debida y por otros más, haciendo que en unos pisos haya más aporte energético que en otros.

Para que esto no ocurra se emplean válvulas de equilibrado dinámico, estas válvulas mantienen el caudal constante dentro de los límites de regulación.

3.5 AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA INSTALACIÓN

Todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico cuando contengan fluidos con temperatura mayor que 40 °C cuando estén instalados en locales no calefactados y menor que la temperatura ambiente del local para reducir las pérdidas de energía.

Los espesores mínimos que se han de colocar en las tuberías de la instalación vienen especificados en el apartado ITE 1.2.4.2.1 del RITE.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Los espesores indicados en dicho documento son válidos para un material con una conductividad térmica de referencia igual a 0,040 W/m²K a 20 °C. En el caso de materiales con una conductividad térmica distinta a la de regencia el espesor se determina mediante unas fórmulas indicadas en el apartado ITE 1.2.4.2.1 del RITE.

En nuestro caso hemos utilizado espuma elastomérica autoadhesiva, cuya conductividad térmica es de 0,040 W/m²K.

3.6 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

3.6.1 CÁLCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN

En este proyecto se ha elegido un vaso de expansión cerrado con diafragma, a continuación está el cálculo de su volumen. (UNE-100-155-88)

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_p$$

Siendo

V_t	el volumen total del vaso de expansión. (litros)
V	el contenido total de agua en el circuito. (litros)
C_e	el coeficiente de dilatación del fluido.

C_p el coeficiente de presión del gas.

$$V = V_{ac} + V_{at} + V_{ar}$$

Siendo V_{ac} el volumen de agua de la caldera. (m^3)
 V_{at} el volumen de agua de las tuberías. (m^3)
 V_{ar} el volumen de agua de los radiadores. (m^3)

$$V = 17,37 + 476,81 + 439,59 = 933,77$$

Cálculo de C_e

Lo calculamos con la siguiente ecuación o se puede hallar tabulado en tablas:

$$C_e = (3.24 t^2 + 102,13 t - 2708,3) 10^{-6}$$

Temperatura en °C	C_e	C_e en %
30	0,00435	0,435
40	0,00782	0,782
50	0,0121	1,21
60	0,0171	1,71
70	0,0227	2,27
80	0,0290	2,90
90	0,0359	3,59
100	0,0434	4,34

Cálculo de C_p

Lo calculamos mediante la siguiente ecuación:

$$C_p = \frac{P_M}{P_M - P_m}$$

Siendo P_m presión mínima absoluta del vaso, en bar. Ha de ser mayor que la presión atmosférica en cualquier parte del circuito.
 $P_m = 2,2$ bar.

P_M presión máxima absoluta del vaso, en bar. Se escoge el menor de estos valores:

$$P_M = 0,9 \cdot P_{vs} + 1 = 3,7 \text{ bar.}$$



$$P_M = P_{vs} + 0,65 = 3,65 \text{ bar.}$$

Siendo P_{vs} la presión de tarado de la válvula de seguridad.

$$\text{Presión de tarado } (P_{vs}) = 3 \text{ bar}$$

$$C_p = 2,52.$$

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_p = 933,77 \cdot 0,0227 \cdot 2,52 = 53,42 \text{ litros.}$$

Elegimos un **vaso de expansión** de la **marca IBAIONDO**, el **modelo 80 CMF** de 80 litros de capacidad.

3.6.2 CÁLCULO DE LA BOMBA

Las bombas deben compensar las caídas de presión de los circuitos mediante la presión que imprimirá al fluido que circule por ellas.

Para elegir la bomba más adecuada para el circuito necesitamos saber el caudal que circula por la instalación y la mayor pérdida de carga existente en el edificio.

Por la instalación de calefacción circula un caudal de 1,733 l/s.

La pérdida de carga mayor se produce en la vivienda 2B4 ya que es la vivienda más alejada de la caldera, 1,521 m.c.a.

Con los datos anteriores, hemos elegido una bomba de la marca **BAXIROCA**, el modelo **PC-1045**. Tiene tres velocidades y la número tres es la que mejor se adapta a nuestras condiciones de caudal y pérdidas de la instalación.

3.6.3 CONTADORES

Para medir el caudal de agua que gasta cada usuario de un servicio y posteriormente ser cobrado por la empresa o la compañía suministradora, se colocan los llamados contadores que se intercalan en la tubería y controlan el consumo de agua, registrando la cantidad en una esfera de lectura directa o indirecta mediante la conexión de los contadores de agua a interfaces de un ordenador.

El contador deberá ser de modelo homologado.

Los contadores serán divisionarios con dos llaves de paso, una anterior y otra posterior.

Se colocarán en los descansillos de cada planta, estarán cerrados con puerta e irán provistos de llave de manera que no puedan ser manipulados.



3.6.4 ELEMENTOS DE REGULACIÓN

Los elementos de regulación utilizados son:

- Termostatos
- Sensores
- Actuadores
- Manómetros
- Válvulas
- Grifos de vaciado

En el Documento Cálculos “6.7.4 Elementos de regulación” se encuentra una información más detallada sobre los elementos antes mencionados.

4. INSTALACIÓN DE ACS CON REFUERZO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

La instalación de ACS escogida es colectiva, por tanto deberá suministrar agua caliente sanitaria a todas las viviendas. Para dicho suministro se ha escogido un sistema de acumulación. De esta forma se tendrá preparado un volumen de ACS en el depósito de acumulación previamente al consumo. Este volumen se distribuirá de acuerdo a la demanda.

En un sistema de acumulación, las puntas de consumo se atienden con la reserva acumulada con anterioridad y la potencia térmica necesaria es menor a la de un sistema instantáneo, ya que el volumen de ACS se ha ido preparando durante el llamado tiempo de preparación. En instalaciones colectivas se escogen sistemas de acumulación ya que el coste del depósito se compensa con la disminución del tamaño requerido para el generador de calor.

Al tratarse del depósito de acumulación previo al circuito de consumo de ACS, el agua que recibirá en él será proveniente del depósito de acumulación solar. Dicha agua estará caliente aunque habitualmente estará por debajo de la temperatura necesaria, por lo que recibirá un aporte calorífico por parte de la caldera.

4.1 CÁLCULO DE LOS CAUDALES INSTANTÁNEOS

Los caudales instantáneos se obtienen con la suma de los caudales de todos los aparatos del edificio, aplicando un coeficiente de simultaneidad de uso, ya que no todos los aparatos de un mismo edificio se utilizan al mismo tiempo. Los caudales instantáneos se hallan con la siguiente ecuación:

$$Q_c = A \cdot (Q_T)^B + C$$

Siendo Q_c caudal simultáneo de cálculo (l/s).
 Q_T caudal total, suma de todos los apartos del edificio (l/s).
 A, B, C coeficientes que dependen de los caudales y tipo de edificio.

Tabla 2.1 del DB HS4.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

En la siguiente tabla se puede ver el cálculo de los caudales de los aparatos.

Locales		Aparatos	Caudales mínimos (l/s)	TOTAL (l/s)
COCINA	Fregadero	1	0,100	0,100
	Lavadora	1	0,150	0,150
	Lavavajillas	1	0,100	0,100
	Total Cocina	3	-	0,350
BAÑO 1	Bañera < 1,40	1	0,200	0,200
	Lavabo	1	0,065	0,065
	Bidé	1	0,065	0,065
	Inodoro cisterna	1	-	-
	Total Baño 1	4	-	0,33
BAÑO 2	Bañera < 1,40	1	0,200	0,200
	Lavabo	1	0,065	0,065
	Inodoro cisterna	1	-	-
	Total Baño 2	3	-	0,265
TOTAL VIVIENDA		10	-	0,945

En cada vivienda se consumen 0,945 l/s de ACS, el aparato con mayor consumo es la bañera.

El **consumo de ACS** de todo el edificio es: $Q_T = 34 \cdot 0,945 = 32,13 \text{ l/s}$

Los coeficientes A, B y C teniendo en cuenta el tipo de edificio y los caudales son:

$$A = 1,70; \quad B = 0,21; \quad C = -0,70;$$

Con los datos anteriores hallamos el caudal simultáneo:

$$Q_c = A \cdot (Q_T)^B + C \rightarrow$$

$$Q_c = 1,70 \cdot 32,13^{0,21} + (-0,70) = 2,82 \text{ l/s}$$

4.2 CÁLCULO DEL CONSUMO DE ACS

El edificio del proyecto cuenta con 34 viviendas repartidas en 3 bloques, es de tipo multifamiliar, por lo que según la tabla 3.1 del DB HE Ahorro de Energía (Sección HE 4) el consumo de ACS por persona y día es de 22 litros (para una temperatura del acumulador de 60 °C).

Para calcular la demanda de ACS necesitamos saber el número de personas que viven en cada piso. Para ello utilizamos los datos del DB HE4. Se estima una ocupación del 100%.

Nº de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	Más de 7
Nº de personas	1,5	3	4	6	7	8	9	Nº de dormitorios

En la siguiente tabla podemos ver los datos de ocupación y litros consumidos al día.

Viviendas	Nº de Dormitorios	Nº de Personas	Litros/Día	Nº de Viviendas	TOTAL Litros/Día
Tipo A	3	4	88	15	1320
Tipo B	3	4	88	15	1320
Tipo C	3	4	88	2	176
Tipo D	3	4	88	2	176
					2992 l/d

Con el caudal instantáneo calculado en el apartado anterior se tendría un tiempo de consumo punta sostenido de: $2992 \text{ l/d} / 2,82 \text{ l/s} = 1059,87 \text{ s/día}$ (17,66 minutos diarios).

Temperatura del agua de la red (°C)													Media
Mínimas	5	6	7	9	11	13	15	2	14	11	7	6	10
Máximas	15	15	16	16	17	19	21	21	20	18	17	16	17
Ciudad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Lérida	7	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	7	13
Logroño	7	8	10	11	13	16	18	18	16	13	10	8	12
Lugo	7	8	9	10	11	13	15	15	14	12	9	8	11
Madrid	8	8	10	12	14	17	20	19	17	13	10	8	13
Málaga	12	12	13	14	16	18	20	20	19	16	14	12	16
Murcia	11	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11	15
Orense	8	10	11	12	14	16	18	18	17	13	11	9	13
Oviedo	9	9	10	10	12	14	15	16	15	13	10	9	12
Palencia	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	9	6	11
P. de Mallorca	11	11	12	13	15	18	20	20	19	17	14	12	15
Pamplona	7	8	9	10	12	15	17	17	16	13	9	7	12
Pontevedra	10	11	11	13	14	16	17	17	16	14	12	10	13
Salamanca	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	8	6	11
San Sebastián	9	9	10	11	12	14	16	16	15	14	11	9	12
Santander	10	10	11	11	13	15	16	16	16	14	12	10	13
Segovia	6	7	8	10	12	15	18	18	15	12	8	6	11
Sevilla	11	11	13	14	16	19	21	21	20	16	13	11	16
Soria	5	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6	10
Tarragona	10	11	12	14	16	18	20	20	19	16	12	11	15
S. C. de Tenerife	15	15	16	16	17	18	20	20	20	18	17	16	17
Teruel	6	7	8	10	12	15	18	17	15	12	8	6	11
Toledo	8	9	11	12	15	18	21	20	18	14	11	8	14
Valencia	10	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11	15
Valladolid	6	8	9	10	12	15	18	18	16	12	9	7	12
Vitoria	7	7	8	10	12	14	16	16	14	12	8	7	11
Zamora	6	8	9	10	13	16	18	18	16	12	9	7	12
Zaragoza	8	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	8	13

Datos Norma UNE 94.002/95

La energía demandada para el calentamiento de ACS es la siguiente:

$$E_{60} = 2992 \text{ l/día} \cdot (60-5) ^\circ\text{C} \cdot 1,16 \text{ Wh}/(^{\circ}\text{C}\cdot\text{l}) / 1000\text{W/KW} = 190,89 \text{ KW/día}$$

Como temperatura del agua de la red se ha tomado 5 °C, que es la más desfavorable para todas las capitales y todos los meses.

4.3 CÁLCULO DEL CIRCUITO SECUNDARIO

4.3.1 CÁLCULO DEL DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN DE REPARTO

La producción de ACS está determinada por el binomio “potencia / capacidad de acumulación”. Se denominan sistemas de acumulación a aquellos cuyo volumen cubre la hora punta, mientras que la denominación semiacumulación se reserva para capacidades de acumulación que solo cubren unos minutos punta.

La energía útil que proporcione el sistema debe ser capaz de cubrir la demanda en la punta que es:

$$E_{hp} = Q_p (l) \cdot (T_{ACS} - T_{AFCH}) (^\circ C) \cdot 1,16 (Wh/l \cdot ^\circ C)$$

Siendo T_{ACS} la temperatura de utilización de ACS.
 T_{AFCH} la temperatura del agua de red.

La energía proporcionada por el sistema es la suma de la que aporta la producción (intercambiador) más la almacenada en el depósito de acumulación.

La energía que aporta la producción referida a 1 hora, resulta:

$$E_{producción} (Wh) = P_{caldera} (W) \cdot 1h \cdot \eta_{prodACS}$$

Siendo $P_{caldera}$ la potencia de la caldera. (W)
 $\eta_{prodACS}$ el rendimiento del sistema de producción de ACS, incluye las pérdidas por intercambio, acumulación, distribución y recirculación.

La energía acumulada en los depósitos, que puede ser utilizada durante la punta de consumo es:

$$E_{acumulación} (Wh) = V_{acumulación} (l) \cdot (T_{acumulación} - T_{AFCH}) (^\circ C) \cdot 1,16 (Wh/l \cdot ^\circ C)$$

$$F_{usoacumulación}$$

Siendo $V_{acumulación}$ el volumen del acumulador. (litros)
 $T_{acumulación}$ la temperatura de acumulación del agua, puede ser igual o superior a la de uso. ($^\circ C$)
 $F_{usoacumulación}$ el factor de uso del volumen acumulado, depende de la geometría y del número de depósitos de acumulación, ya que en el interior de los mismos existe una zona de mezcla entre las aguas fría y caliente, en la cual la temperatura resulta inferior a la de uso, por lo que dicho volumen no puede ser utilizado.

$$F_{usoacumulación} = 0,63 + 0,14 \cdot H/D$$

Si existen varios depósitos conectados hidráulicamente en serie, el factor de uso se aplicará a uno solo, los demás contribuirán con su volumen total; si la conexión es en afecta a todos.

Para dimensionar la instalación de producción de ACS debe considerarse que la energía aportada (producción + acumulación) ha de igualar a la consumida en la punta.

La potencia a instalar resulta:

$$P_{\text{cald}} = \frac{[Q_p \cdot (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) - V_{\text{acumulación}} \cdot (T_{\text{acumulación}} - T_{\text{AFCH}}) \cdot F_{\text{usoacumulación}}]}{1,16 / \eta_{\text{prodACS}}}$$

Se tiene una ecuación con tres incógnitas: el caudal durante la punta, el volumen de acumulación y la potencia a instalar; la potencia será mayor cuanto mayor sea el consumo en punta y cuanto menor sea el volumen de acumulación.

El problema fundamental es conocer el caudal punta, tanto en valor como en duración de la misma, para lo cual no existen datos oficiales publicados ni normas establecidas.

Hipótesis conservadoras, que conllevan sistemas que no presentan problemas de funcionamiento, son tomar como consumo en la hora punta el 50 % del consumo medio diario en edificios como viviendas y hoteles.

El consumo diario anteriormente calculado es 2991 l/día a 60 °C.

Con la estimación conservadora anteriormente expuesta, se tendrá un **consumo en la hora punta** de $2992/2 = 1496$ l/hora. Este consumo no se dará todos los días del año, sino en la hora punta del año, y evidentemente la instalación debe ser capaz de hacer frente a la misma.

Acumulación del 100 %

Capacidad de acumulación: 100 % del consumo en la punta.

$$V_{\text{AC}} = 1496 \cdot 1 \approx 1500 \text{ litros.}$$

Se toma un depósito de 1500 litros.

Se toma como deposito de acumulación de reparto uno de 1500 litros, de 1160 mm de diámetro y 2320 mm de altura. De la marca *LAPESA* modelo *MVV-1500-RB*.

Características del depósito acumulador de reparto:

Capacidad (l)	1500
Tª máxima (°C)	90
Presión máxima (bar)	8
Medidas	
Altura (mm)	2320
Diámetro exterior(mm)	1160

Acumulador de acero vitrificado s/DIN4753, incorporan boca de hombre lateral DN400 para operaciones de inspección y limpieza, ésta parte está aislada convenientemente con una pieza desmontable de PU. Aislado térmicamente con espuma PU inyectado en molde, libre de CFC y acabado exterior con forro acolchado desmontable.

El depósito cumple la relación altura / diámetro > 2 facilitando una mayor estratificación o distribución vertical de las temperaturas del agua, que favorece al rendimiento.

$$\eta_{\text{prodACS}} = \text{estimado del } 75 \%$$

$$F_{\text{usoacumulación}} = 0,63 + 0,14 \cdot H/D = 0,91$$

$$P_{\text{cald}} = [Q_p \cdot (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) - V_{\text{acumulación}} \cdot (T_{\text{acumulación}} - T_{\text{AFCH}}) \cdot F_{\text{usoacumulación}}] \cdot 1,16 / \eta_{\text{prodACS}}$$

$$P_{\text{cald}} = [1496 \cdot (60 - 5) - 1500 (65 - 5) \cdot 0,91] \cdot 1,16/0,75 = 587 \text{ W}$$

Con el cálculo así realizado se tiene un tiempo de calentamiento del depósito de:

$$T_{\text{cal}} = 1500 (\text{l}) \cdot (65 - 5) (^{\circ}\text{C}) \cdot 1,16 (\text{Wh/l}^{\circ}\text{C}) / 587 (\text{w}) \cdot 0,75 = 237,14 \text{ horas}$$

Evidentemente, este valor es inadmisibles por lo que consideraremos un tiempo de calentamiento de 2 horas.

$$\text{Potencia} = 1500 (\text{l}) \cdot (65 - 5) (^{\circ}\text{C}) \cdot 1,16 (\text{Wh/l}^{\circ}\text{C}) / (2 \text{ h} \cdot 0,75)$$

$$\text{Potencia} = 69600 \text{ W} = 69,60 \text{ KW} (2,05 \text{ KW/vivienda})$$

4.3.2 CÁLCULO DEL INTERCAMBIADOR DE REPARTO

El intercambiador de calor debe cumplir una serie de condiciones.

- Proporcionar una potencia térmica de 69,60 KW
- Poder trabajar en el siguiente rango de temperaturas

→ Primario 70 °C / 50 °C

→ Secundario 40 °C / 50 °C

Teniendo en cuenta las anteriores condiciones se ha elegido el siguiente intercambiador:

Intercambiador de calor a placas de la marca Euro Cobil S.L.

Modelo KO70/20 con una potencia térmica de 87 KW, las placas de intercambiador y conexiones son de acero inoxidable de alta aleación.

- Ventajas:
- Alta resistencia a la corrosión.
 - Alta resistencia a la presión.
 - Alta eficiencia térmica.
 - Alta temperatura de trabajo.
 - Compacto.
 - Mantenimiento sencillo.

Características:

Altura (mm)	304
Anchura (mm)	124
Longitud (mm)	68,50
Peso (Kg)	4,60
Capacidad (l)	0,067 por canal
Presión máxima de servicio admisible (bar)	30
Temperatura de servicio admisible (°C)	+ 200 °C
Conexiones (pulgadas)	1"

4.3.3 DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS ENTRE CALDERA Y ACUMULADOR DE REPARTO

Vamos a dimensionar las tuberías que van de la caldera al intercambiador de reparto y entre este y el acumulador de reparto.

Para dimensionar estos tramos tendremos en cuenta la potencia que debe dar el intercambiador de reparto que es de $P_{ac} = 87,00 \text{ KW}$.

Utilizamos la siguiente ecuación:

$$P_{ac} = q \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta T$$

Siendo

P_{ac}	la potencia perdida por el agua que circula por el intercambiador.
q	caudal en l/s.
ρ	la densidad del agua, para una temperatura entre 80 °C y 90 °C es de 968,6 Kg/m ³ (0,969 Kg/l).
c_p	calor específico del agua para ese rango de temperaturas es 4210 J/KgK.
ΔT	salto de temperaturas del agua del primario a su paso por el intercambiador. Se considera un salto de 15 °C.

$$87000 = q \cdot 0,969 \cdot 4210 \cdot 15 \quad \rightarrow \quad q = 1,422 \text{ l/s}$$

Para este caudal elegimos un diámetro de PER 50 mm-40,80 mm cuyas pérdidas son de 33,23 mmca/m por lo que cumple la condición de no superar los 40 mmca por metro.

4.3.4 DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS ENTRE LOS ACUMULADORES (SOLAR Y REPARTO)

Para dimensionar estas tuberías tenemos en cuenta el caudal del acumulador de reparto que es $Q_{ac} = 0,42$ l/s.

La tubería elegida es PER32 mm-26,20 mm, tenemos unas pérdidas de 31,82 mmca por lo que cumple con la condición de no superar los 40 mmca por metro.

4.3.5 DIMENSIONADO DE LA INTALACIÓN DE REPARTO (IDA)

Independientemente del tipo de producción de ACS, la distribución debe diseñarse para los caudales máximos, garantizando en los puntos de consumo los caudales y presiones mínimas fijadas en el CTE-HS4.

El cálculo se realiza mediante los siguientes pasos:

- 1.- Se determina el caudal total del tramo en estudio, suma de los caudales de todos los aparatos. Tabla 2.1 del DB HS4.
- 2.- Con el tipo de edificio y el caudal total se determina el caudal máximo simultáneo. Con los siguientes coeficientes.

Tipo de edificio	Caudales (l/s)		Coeficientes		
	Q_u	Q_T	A	B	C
Viviendas	$< 0,5$	≤ 20	0,682	0,450	- 0,140
	$\geq 0,5$	≤ 1	1,000	1,000	0,000
	$\geq 0,5$	≤ 20	1,700	0,210	- 0,700
	→ sin límite	> 20	1,700	0,210	-0,700

- 3.- La sección de la tubería se determina con el caudal simultáneo para la velocidad de diseño, esta velocidad está fijada en el DB HS4 4.2.1, se recomiendan valores entre 0,5 m/s y 2 m/s para tuberías metálicas y entre 0,5 m/s y 3,5 m/s para tuberías termoplásticas y multicapas.
- 4.- Una vez seleccionadas las tuberías, se calcula la pérdida de carga en todo el circuito, comprobando que en los puntos de consumo se asegura una presión mínima de 1 bar y una máxima de 5 bar. (DB HS4 2.1.3).

Para dimensionar las tuberías de distribución es necesario conocer el trazado de las mismas. En nuestro caso se trata de un edificio con tres bloques, todos con tres plantas y cuatro viviendas por planta menos el primer bloque que tiene dos viviendas en la planta baja en vez de las cuatro antes comentadas.

En el siguiente cuadro aparecen los caudales y los coeficientes utilizados para hallarlos.

Bloque 1

Tramo	Nº Viviendas	Q_T (l/s)	A	B	C	Q_c (l/s)
Total edificio	34	32,13	1,700	0,210	- 0,70	2,82
Montante P1^a	10	9,45	0,682	0,450	- 0,140	1,73
Conexión a Viv.	2	1,89	0,682	0,450	- 0,140	0,77
Montante P2^a	8	7,56	0,682	0,450	- 0,140	1,56
Conexión a Viv.	4	3,78	0,682	0,450	- 0,140	1,10
Montante P3^a	4	3,78	0,682	0,450	- 0,140	1,10
Conexión a Viv.	4	3,78	0,682	0,450	- 0,140	1,10
Tubería a Viv.	1	0,96	0,682	0,450	- 0,140	0,53
Tub. a Baños	1	0,60	0,682	0,450	- 0,140	0,40

$$Q_c = A \cdot (Q_T)^B + C$$

Bloque2, Bloque 3

Tramo	Nº Viviendas	Q_T (l/s)	A	B	C	Q_c (l/s)
Total edificio	34	32,13	1,700	0,210	- 0,70	2,82
Dos escaleras	24	22,68	1,700	0,210	- 0,70	2,57
Montante P1^a	12	11,34	0,682	0,450	- 0,140	1,89
Conexión a Viv.	4	3,78	0,682	0,450	- 0,140	1,10
Montante P2^a	8	7,56	0,682	0,450	- 0,140	1,56
Conexión a Viv.	4	3,78	0,682	0,450	- 0,140	1,10
Monatnte P3^a	4	3,78	0,682	0,450	- 0,140	1,10
Conexión a Viv.	4	3,78	0,682	0,450	- 0,140	1,10
Tubería a Viv.	1	0,96	0,682	0,450	- 0,140	0,53
Tub. a Baños	1	0,595	0,682	0,450	- 0,140	0,40

$$Q_c = A \cdot (Q_T)^B + C$$

El material utilizado en las tuberías de ACS en el circuito de reparto es **polietileno reticulado**, como son tuberías termoplásticas elegimos una velocidad de entre 0,5 m/s y 3,5 m/s según marca el apartado 4.2.1 del DB HS4, en este caso elegimos 2 m/s.

En las siguientes tablas tenemos el diámetro y la pérdida de carga de cada tramo de tuberías. (Tablas de diámetros y pérdidas de carga de tubería de polietileno reticulado de la empresa suministradora).

Diámetros y pérdidas primarias

Bloque 1

Tramo	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Diámetro (mm)	Pérdida de carga unitaria (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca/KPa)
Total edificio	2,82	2	PER63-51,40	37,34	240,47 / 2,359
Montante P1^a	1,73	2	PER63-51,40	15,55	7,78 / 0,076
Conexión a Viv.	0,77	2	PER40-32,60	32,70	7,19 / 0,071
Montante P2^a	1,56	2	PER50-40,80	39,24	102,02 / 1,001
Conexión a Viv.	1,10	2	PER50-40,80	21,01	4,62 / 0,045
Montante P3^a	1,10	2	PER50-40,80	21,01	54,63 / 0,536
Conexión a Viv.	1,10	2	PER50-40,80	21,01	4,62 / 1,001
Tubería a Viv.	0,53	2	PER40-32,60	16,86	362,50 / 3,56
Tubería a Baños	0,40	2	PER32-26,20	29,19	258,33 / 2,53

Bloque 2, Bloque3

Tramo	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Diámetro (mm)	Pérdida de carga unitaria (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca/KPa)
Total edificio	2,82	2	PER63-51,40	37,34	240,47 / 2,359
Dos escaleras	2,57	2	PER63-51,40	31,59	871,89 / 8,55
Montante P1^a	1,89	2	PER63-51,40	18,21	9,11 / 0,089
Conexión a Viv.	1,10	2	PER50-40,80	21,01	4,20 / 0,041
Montante P2^a	1,56	2	PER50-40,80	39,24	102,02 / 1,001
Conexión a Viv.	1,10	2	PER50-40,80	21,01	4,20 / 0,041
Montante P3^a	1,10	2	PER50-40,80	21,01	54,63 / 0,536
Conexión a Viv.	1,10	2	PER50-40,80	21,01	4,20 / 0,041
Tubería a Viv.	0,53	2	PER40-32,60	16,86	362,50 / 3,52
Tubería a Baños	0,40	2	PER32-26,20	29,19	258,33/2,53

Pérdidas secundarias

Bloque 1

Tramo	Pérdidas de carga (mmca/KPa)	Pérdidas de carga secundarias (30%)
Total edificio	240,47 / 2,359	312,61 / 3,067
Montante P1^a	7,78 / 0,076	10,11 / 0,099
Conexión a Viv.	7,19 / 0,071	9,35 / 0,092
Montante P2^a	102,02 / 1,001	132,63 / 1,301
Conexión a Viv.	4,62 / 0,045	6,01 / 0,059
Montante P3^a	54,63 / 0,536	71,02 / 0,697
Conexión a Viv.	4,62 / 1,001	6,01 / 1,301
Tubería a Viv.	362,50 / 3,56	471,25 / 4,628
Tubería a Baños	258,33 / 2,53	335,83 / 3,29

Bloque 2, Bloque 3

Tramo	Pérdidas de carga (mmca/KPa)	Pérdidas de carga secundarias (30%)
Total edificio	240,47 / 2,359	312,61 / 3,067
Dos escaleras	871,89 / 8,55	1133,46 / 11,115
Montante P1^a	9,11 / 0,089	11,84 / 0,116
Conexión a Viv.	4,20 / 0,041	5,46 / 0,053
Montante P2^a	102,02 / 1,001	132,63 / 1,301
Conexión a Viv.	4,20 / 0,041	5,46 / 0,053
Montante P3^a	54,63 / 0,536	71,02 / 0,697
Conexión a Viv.	4,20 / 0,041	5,46 / 0,041
Tubería a Viv.	362,50 / 3,56	471,25 / 4,628
Tubería a Baños	258,33 / 2,53	335,83 / 3,29

La presión de consumo es menor de 500 KPa y es mayor de 100 KPa en el punto de consumo más desfavorable como pide el apartado 2.1.3 del DB-HS4 Salubridad.

4.3.5.1 DIMENSIONADO DE LAS DERIVACIONES A LOS APARATOS

Para dimensionar las derivaciones a los aparatos nos guiaremos con la tabla 4.2 del DB-HS4.

Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos		
Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20

Primero calculamos el diámetro mínimo para el peor caso que según el apartado 4.2.1 del DB-HS4, en nuestro caso son las bañeras del baño 1. Es una bañera de menos de 1,40 m, a la cual llega un caudal de 0,2 l/s.

$$Q = 0,2 \text{ l/s}; \quad V = 2 \text{ m/s};$$

$$\text{Sabemos que} \rightarrow Q = V \times S$$

$$\text{Por lo que el diámetro será} \rightarrow D = 11,30 \text{ mm}$$

Mirando la tabla vemos que el ramal de enlace con la bañera de menos de 1,40 m es de 20,40 mm, mayor que el hallado, por lo que al ser el más desfavorable el resto de derivaciones serán los indicados en la tabla.

Las pérdidas de carga son menores de 40 mmca/m.

4.3.5.2 DIMENSIONADO DE LOS DIÁMETROS DE LOS CUARTOS HÚMEDOS

El dimensionado de los diámetros de los cuartos húmedos se realiza siguiendo el procedimiento descrito en el apartado 4.2 del DB HS4.

- Elegimos el cuarto húmedo más desfavorable que en este caso son las cocinas de las viviendas.

Los caudales de consumo de los aparatos de la cocina aparecen en la siguiente tabla.

Locales		Aparatos	Caudales mínimos (l/s)	TOTAL (l/s)
COCINA	Fregadero	1	0,100	0,100
	Lavadora	1	0,150	0,150
	Lavavajillas	1	0,100	0,100
	Total Cocina	3	-	0,350

- Hallar los coeficientes a utilizar.

Tipo de edificio	Caudales (l/s)		Coeficientes		
	Q_u	Q_T	A	B	C
Viviendas	$< 0,5$	≤ 20	0,682	0,450	- 0,140
	$\geq 0,5$	≤ 1	1,000	1,000	0,000
	$\geq 0,5$	≤ 20	1,700	0,210	- 0,700
	\rightarrow sin límite	> 20	1,700	0,210	-0,700

En este caso los coeficientes son:

$$A = 0,682; \quad B = 0,450; \quad C = - 0,140;$$

- Cálculo del caudal mediante la siguiente fórmula.

$$Q_c = A \cdot (Q_T)^B + C$$

$$Q_c = 0,682 \cdot 0,350^{0,450} - 0,140 = 0,285 \text{ l/s}$$

- Elección de la velocidad.

Como ya hemos dicho anteriormente para tuberías termoplásticas y multicapas se elige una velocidad de entre 05 m/s y 3,5 m/s. En este caso elegimos una velocidad de 2 m/s.

- Determinación del diámetro.

$$Q = V \cdot S \rightarrow D = 13,50 \text{ mm}$$

Tabla 4.3 Diámetros mínimos de alimentación

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	3/4	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	3/4	20
Columna (montante o descendente)	3/4	20
Distribuidor principal	1	25
Alimentación equipos de climatización	< 50 kW	1/2
	50 - 250 kW	3/4
	250 - 500 kW	1
	> 500 kW	1 1/4
		32

El diámetro es menor que el que marca la tabla 4.3 del DB HS4 (Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina), por lo que elegimos el que marca la tabla, que es 20 mm. Pero con el fin de que sea mayor que la derivación más desfavorable (bañera de menos de 1,40 m, cuya derivación es de 20 mm), se escoge un diámetro de 26,20 mm.

Las pérdidas de carga son menores de 40 mmca/m.

4.3.6 DIMENSIONADO CIRCUITO DE RETORNO

Colocamos y hallamos el circuito de retorno debido a que el apartado 3.2.2.1 del DB HS4 nos indica “La red de distribución debe estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15m”.

Para calcular el caudal que circulará por el circuito de retorno, se estimará que en el grifo mas alejado, la pérdida de temperatura sea como máximo de 3 °C desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso. Por lo que en la válvula de tres vías deberá salir el agua a una temperatura mínima de 53 °C.

Hay que tener en cuenta que según el CTE no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna y menos del 10 % del caudal.

El caudal de retorno se podrá estimar según reglas empíricas de la siguiente forma:

- Considerar que se recircula el 10 % del agua de alimentación como mínimo. De cualquier forma se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.
- Los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la tabla 4.4.

Tabla 4.4 Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS

Diámetro nominal de la tubería	Caudal recirculado (l/h)
½	140
¾	300
1	600
1 ¼	1.100
1 ½	1.800
2	3.300

En las siguientes tablas aparecen los caudales de ida y de retorno, también los diámetros de las tuberías mirando la tabla anterior.

Bloque 1

Tramo	Ida (l/s)	Retorno (l/s)	Diámetro (mm)
Total edificio	2,82	0,28	31,75 → PER40-32,60
Montante	1,73	0,17	31,75 → PER40-32,60

Bloque 2, Bloque 3

Tramo	Ida (l/s)	Retorno (l/s)	Diámetro (mm)
Total edificio	2,82	0,28	31,75 → PER40-32,60
Dos escaleras	2,57	0,26	31,75 → PER40-32,60
Montante	1,89	0,19	31,75 → PER40-32,60

En todas las tuberías de retorno se cumple la norma que dice que la pérdida de carga no debe ser mayor de 40 mmca/m.

4.3.7 AISLAMIENTO

Las tuberías de ACS se aíslan de acuerdo con el apartado 1.2.4.2.1 de las ITE del RITE. (instrucciones técnicas complementarias).

El aislamiento mínimo de las tuberías es el que se establece en la siguiente tabla.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

El material escogido para aislar las tuberías es espuma elastomérica negra autoadhesiva, cuya conductividad térmica es 0,040 W/m²K.

4.4 ENERGÍA SOLAR

4.4.1 DATOS DE PARTIDA

La demanda de ACS se calcula conforme a lo establecido en el DB HE4, el consumo de ACS lo hallamos a continuación como ya se había hallado en el apartado 4.2 “Cálculo del consumo de ACS”.

El edificio se encuentra en **Pamplona** (Navarra), cuya **altitud** de referencia es de **456 m**. La **latitud de Pamplona es 42° 49’**.

El edificio del proyecto cuenta con 34 viviendas repartidas en 3 bloques, es de tipo multifamiliar, por lo que según la tabla 3.1 del DB HE Ahorro de Energía (Sección HE 4) el consumo de ACS por persona y día es de 22 litros (para una temperatura del acumulador de 60 °C).

Para calcular la demanda de ACS necesitamos saber el número de personas que viven en cada piso. Para ello utilizamos los datos del DB HE4. Se estima una ocupación del 100%.

Numero de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	mas de 7
Numero de Personas	1.5	3	4	6	7	8	9	Nº de dormitorios

En la siguiente tabla podemos ver los datos de ocupación y litros consumidos al día.

Viviendas	Nº de Dormitorios	Nº de Personas	Litros/Día	Nº de Viviendas	TOTAL Litros/Día
Tipo A	3	4	88	15	1320
Tipo B	3	4	88	15	1320
Tipo C	3	4	88	2	176
Tipo D	3	4	88	2	176
					2992 l/d

Para saber en que zona climática se encuentra Pamplona miramos la tabla 3.3 del DB-HE4.

Pamplona se encuentra en la zona climática II.

Por lo que, conociendo el número de litros de ACS consumidos al día y la zona climática en la que se encuentra Pamplona podemos saber la contribución solar mínima anual que debe tener nuestro edificio.

Tabla 2.1 del DB HE4.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	66	70	70
9.000-10.000	30	65	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

La contribución solar mínima será del 30%.

4.4.2 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

Las placas solares deben tener una orientación e inclinación adecuadas.(DB HE4 apartado 2.1.11). Se considerará como la orientación óptima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

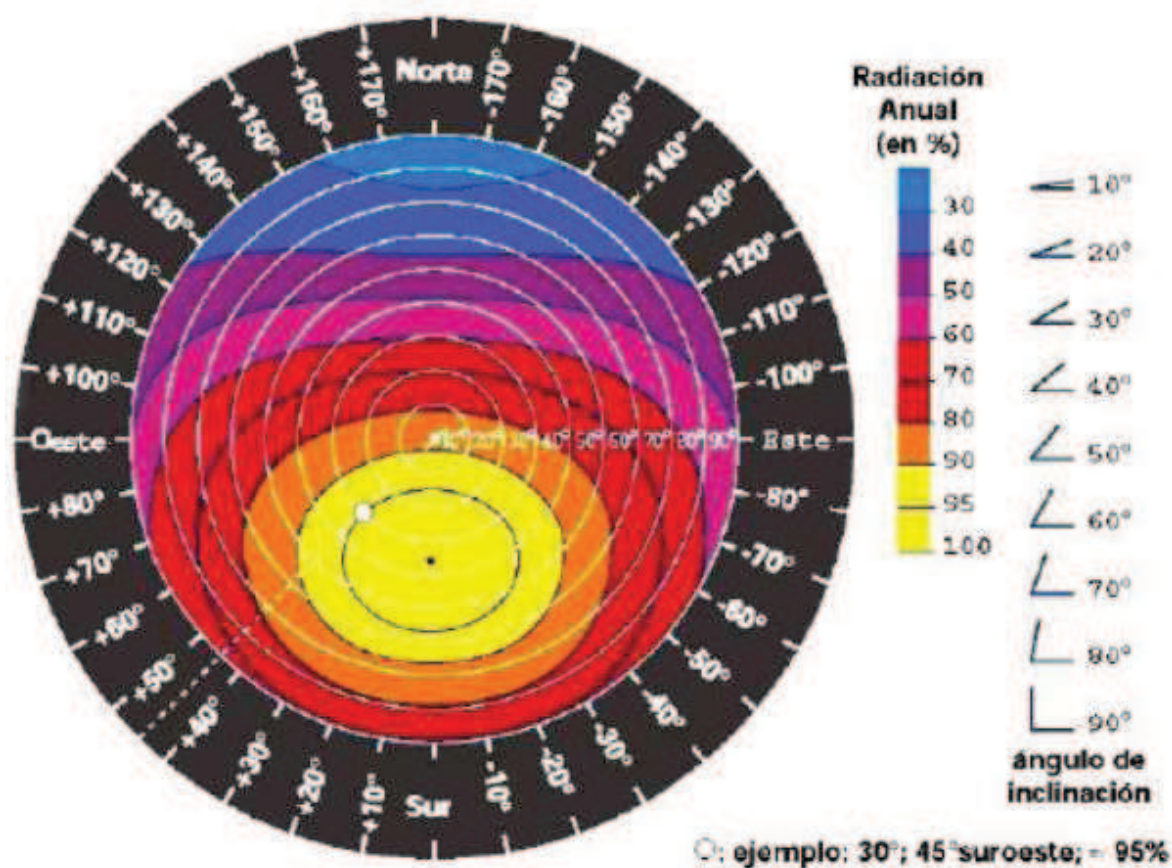
- Demanda constante anual: la latitud geográfica.
- Demanda preferente en invierno: la latitud geográfica + 10°.
- Demanda preferente en verano: la latitud geográfica - 10°.

Las **placas solares** del edificio estarán **orientadas al sur e inclinadas un ángulo de 45°** respecto a la horizontal.

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

- Ángulo de inclinación (β): es el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0° para módulos horizontales y 90° para verticales.
- Ángulo de acimut (α): es el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar. Valores típicos son 0° para módulos orientados al sur, -90° para módulos orientados al este y +90° para módulos orientados al oeste.

Las placas están fijas, es decir, su orientación e inclinación no varían.



Como hemos indicado anteriormente, se instalan mirando al sur y con una inclinación de 45°. Por lo que si entramos con esos datos en la gráfica de anterior estamos en la zona de entre el 95% y 100%. Por lo que tendremos unas pérdidas máximas del 5%.

4.4.3 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS

En el edificio del proyecto no tenemos sombras que incidan sobre las placas, ya que en la azotea no tenemos ningún obstáculo, por lo que las pérdidas de radiación por sombras serán del 0%.

Las pérdidas por orientación, inclinación y sombras deberán ser menores que las que aparecen en la tabla 2.4 del DB HE4. **Pérdida total = 5%.**

Tabla 2.4 Pérdidas límite			
Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

4.4.4 DIMENSIONADO DEL CIRCUITO SOLAR

4.4.4.1 CÁLCULO DEL ACUMULADOR SOLAR

Siguiendo la normativa, las ITE del RITE se establecen los siguientes límites para el volumen del acumulador solar.

$$0.8 \cdot M < V < M$$

$$1,25 < 100 \cdot A/M < 2$$

Siendo

V	el volumen del depósito acumulador. (l).
M	el consumo medio diario de los meses de verano. (l/día).
A	la suma de las áreas de los colectores. (m ²).

El consumo diario de ACS es de 2992 l/día.

$$2393,60 \text{ l} < V < 2992 \text{ l}$$

Por lo que según la expresión anterior elegiremos un acumulador con capacidad para 2500 litros.

El área de los colectores solares es de 42,66 m².

$$1,25 < 1,71 < 2$$

Con el depósito de 2500 litros se cumple la normativa, como queda demostrado en las anteriores expresiones.

El acumulador elegido es de la marca LAPESA, modelo MXV-2500-RB.

Las características del acumulador son las siguientes:

Capacidad (l)	2500
Tª máxima (°C)	90
Presión máxima (bar)	8
Medidas	
Altura (mm)	2015
Diámetro exterior(mm)	1660

Fabricado en acero inoxidable AISI-316L, decapado mediante proceso químico automatizado por inmersión en caliente, con garantía absoluta del 100% de la superficie en contacto con ACS y posterior pasivado exento de mineralización.

4.4.4.2 CÁLCULO DEL INTERCAMBIADOR SOLAR

Según el pliego de condiciones técnicas de IDAE, se establece como condición para el diseño del sistema de intercambio que la potencia mínima de diseño del intercambiador cumpla:

$$P \geq 500 \cdot A$$

Siendo P la potencia del intercambiador. (W).
 A el área de los captadores. (m).

El área de los captadores es 42,66 m. Por lo que la ecuación queda de la siguiente manera:

$$P \geq 21,33 \text{ KW}$$

Para el dimensionado del intercambiador solar en una instalación destinada a la producción de ACS, las temperaturas propuestas por IDEA son las siguientes:

Aplicación	Tª entrada primario	Tª secundario	Tª entrada secundario
Agua Caliente Sanitaria	60 °C	50 °C	45 °C

El intercambiador escogido es de la marca VIESMANN, modelo 3003487 VITOTRANS 100, que nos da una potencia de 36 KW en el rango de temperaturas requerido:

→ Primario 70 °C / 50 °C
 → Secundario 50 °C / 40 °C

Las placas del intercambiador y conexiones son de acero inoxidable de alta aleación. Se suministra con aislamiento térmico.

Las características del intercambiador son las siguientes:

Altura (mm)	240
Anchura (mm)	178
Longitud (mm)	222
Peso (Kg)	4,2
Capacidad (l)	0,72/0,75
Presión máxima de servicio admisible (bar)	30
Temperatura de servicio admisible (°C)	130 °C
Conexiones (pulgadas)	1 ¼

4.4.4.3 DIMENSIONADO DE LOS COLECTORES SOLARES

Para el dimensionado de los colectores solares se utiliza el método F-Chart, que permite realizar el cálculo de la cobertura de un sistema solar y de su rendimiento medio en un largo periodo de tiempo.

La ecuación utilizada en este método es la siguiente:

$$f = 1,029 D_1 - 0,06 D_2 - 0,245 (D_1)^2 + 0,0018 (D_2)^2 + 0,0215 (D_1)^3$$

Este método y su secuencia de cálculo viene detallada en la memoria del proyecto.

4.4.4.3.1 VALORACIÓN DE LAS CARGAS CALORÍFICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ACS

Las cargas caloríficas determinan la cantidad de calor necesario mensual para calentar el agua destinada a consumo doméstico, calculándose mediante la siguiente expresión:

$$Q_a = C_e \times C \times N \times (t_{ACS} - t_{AFCH})$$

Siendo

- Q_a la carga calorífica mensual de calentamiento de ACS. (J/mes).
- C_e calor específico del agua. (4187 J/Kg°C).
- C consumo diario de ACS. (l/día).
- N número de días del mes.
- t_{ACS} temperatura de ACS. (60 °C).
- t_{AFCH} temperatura de agua de red. (°C).

Las cargas caloríficas están calculadas en la tabla que se muestra a continuación:

Mes	Ocupación (%)	Consumo ACS (litros/día)	Consumo ACS (litros/mes)	Tª Agua de red (°C)	Carga calorífica (MJ/mes)
Enero	100	2992	92752	5	21359,39
Febrero	100	2992	83776	6	18941,59
Marzo	100	2992	92752	8	20194,34
Abril	100	2992	89760	10	18791,26
Mayo	100	2992	92752	11	19029,28
Junio	100	2992	89760	12	18039,61
Julio	100	2992	92752	13	18252,57
Agosto	100	2992	92752	12	18640,93
Septiembre	100	2992	89760	11	18415,43
Octubre	100	2992	92752	10	19417,63
Noviembre	100	2992	89760	8	19542,91
Diciembre	100	2992	92752	5	21359,39

El consumo anual de energía para la producción de agua caliente sanitaria asciende a un total de **231984,33 MJ/año**.

4.4.4.3.2 VALORACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE EN LA SUPERFICIE INCLINADA DE LOS CAPTADORES

En la siguiente tabla se muestran los datos sobre la radiación promedio diaria sobre un metro cuadrado de superficie horizontal y la temperatura ambiente media diaria durante las horas de sol obtenidos de las tablas de CENSOLAR, para el caso de Navarra.

Mes	H (MJ/m ²)	T ^a (°C)
Enero	5,00	7,00
Febrero	7,40	7,00
Marzo	12,30	11,00
Abril	14,50	13,00
Mayo	17,10	16,00
Junio	18,90	20,00
Julio	20,50	22,00
Agosto	18,20	23,00
Septiembre	16,20	20,00
Octubre	10,20	15,00
Noviembre	6,00	10,00
Diciembre	4,50	8,00
Año	12,60	14,30

Siendo H la radiación diaria sobre la superficie horizontal. (MJ/m²).
T^a la temperatura ambiente media diaria. (°C).

El factor de corrección k es el resultado del cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el ecuador e inclinada un determinado ángulo y la que incide sobre otra horizontal. Para este proyecto se toman los datos de la tabla correspondiente a una latitud de 42° para una inclinación de los colectores de 45° (esta inclinación es la óptima para la demanda energética de invierno). Los valores que toma el factor de corrección k para este caso son los siguientes:

LATITUD: 42°												
Inclinación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
45°	1,43	1,32	1,18	1,04	0,94	0,90	0,94	1,05	1,23	1,43	1,57	1,54

Con estos datos se puede calcular la radiación solar incidente sobre la superficie de los captadores de la instalación:

Mes	H (MJ/m ²)	Factor de corrección k	Radiación solar (MJ/m ²)
Enero	5,00	1,43	7,15
Febrero	7,40	1,32	9,77
Marzo	12,30	1,18	14,51
Abril	14,50	1,04	15,08
Mayo	17,10	0,94	16,07
Junio	18,90	0,90	17,01
Julio	20,50	0,94	19,27
Agosto	18,20	1,05	19,11
Septiembre	16,20	1,23	19,93
Octubre	10,20	1,43	14,59
Noviembre	6,00	1,57	9,42
Diciembre	4,50	1,54	6,93

4.4.4.3.3 CÁLCULO DEL PARÁMETRO D_1

El parámetro D_1 expresa la relación entre la energía absorbida por la placa del captador plano y la carga calorífica total de calentamiento durante un mes:

$$D_1 = \text{Energía absorbida por el captador } (E_a) / \text{Carga calorífica mensual } (Q_a)$$

La energía absorbida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$E_a = S_c \times F'_r \times (\tau\alpha) \times R_1 \times N$$

Siendo S_c la superficie del captador. (m²).
 R_1 la radiación diaria media incidente sobre la superficie de captación por unidad de área.
 N el número de días del mes.
 $F'_r \tau\alpha$ un factor adimensional que viene dado por la siguiente expresión:

$$F'_r (\tau\alpha) = F_r (\tau\alpha)_n \times [(\tau\alpha) / (\tau\alpha)_n] \times (F'_r / F_r) = 0,742$$

Siendo $F_r (\tau\alpha)_n$ el factor de eficiencia óptica del captador, es decir, ordenada en el origen de la curva característica del captador (SOL 250 marca BAXI ROCA). (0,814).
 $(\tau\alpha) / (\tau\alpha)_n$ el modificador del ángulo de incidencia. (0,96 para superficie transparente sencilla).

F'_r / F_r el factor de corrección del conjunto captador intercambiador. (0,95).

Mes	E_a	Q_a	D_1
Enero	389,78	21359,39	0,0183
Febrero	481,07	18941,59	0,0254
Marzo	791,01	20194,34	0,0392
Abril	795,56	18791,26	0,0423
Mayo	876,05	19029,28	0,0460
Junio	897,38	18039,61	0,0498
Julio	1050,50	18252,57	0,0576
Agosto	1041,78	18640,93	0,0559
Septiembre	1051,43	18415,43	0,0571
Octubre	795,37	19417,63	0,0410
Noviembre	496,96	19542,91	0,0254
Diciembre	377,79	21359,39	0,0177

Para determinar la superficie de captación necesaria se obtiene de tal manera que se cumpla la contribución solar mínima para la producción de ACS. Tal y como indica el CTE en la sección HE4 del DB-HE, en este caso la contribución solar mínima para la producción de agua caliente sanitaria ha de ser del 30% (consumo de ACS de 2992 l/día y zona climática II).

Por lo tanto para cubrir la demanda mínima prevista en el proyecto (30%) es necesaria la instalación de **18 colectores solares planos del modelo SOL 250 de la marca BAXIROCA**. La superficie de apertura (superficie útil) de cada colector es de 2,37 m², con lo que la superficie útil de todos los colectores es de 42,66 m². La superficie total de cada colector es de 2,51 m², con lo que los 18 colectores suman una superficie total de 45,18 m². Estos colectores aportan más del 30% de la demanda energética de ACS en los meses de mayor necesidad de ésta, que además coinciden con los de menor radiación solar incidente, y en los meses de verano pueden hacerse cargo del 100% del consumo energético para la producción de ACS.

Mes	Nº de placas solares	E _a	Q _a	D ₁
Enero	18	7016,04	21359,39	0,329
Febrero	18	8659,26	18941,59	0,457
Marzo	18	14238,18	20194,34	0,705
Abril	18	14320,08	18791,26	0,762
Mayo	18	15768,90	19029,28	0,829
Junio	18	16152,84	18039,61	0,895
Julio	18	18909,00	18252,57	1,036
Agosto	18	18752,04	18640,93	1,006
Septiembre	18	18925,74	18415,43	1,028
Octubre	18	14316,66	19417,63	0,737
Noviembre	18	8945,28	19542,91	0,458
Diciembre	18	6800,22	21359,39	0,318

4.4.4.3.4 CÁLCULO DEL PARÁMETRO D₂

El parámetro D₂ expresa la relación entre las pérdidas de energía del captador, para una determinada temperatura, y la carga calorífica de calentamiento durante un mes:

$$D_2 = \text{Energía pérdidas por el captador (E}_p\text{)} / \text{Carga calorífica mensual (Q}_a\text{)}$$

La energía perdida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$E_p = S_c \cdot F'_r \cdot U_L \cdot (100 - t_a) \cdot \Delta t \cdot K_1 \cdot K_2$$

Siendo S_c la superficie de los captadores. (m²).
 $F'_r U_L$ que se obtiene de la siguiente expresión

$$F'_r U_L = F_r \times U_L \times (F'_r / F_r) = 3,457 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

Siendo $F_r U_L$ la pendiente de la curva característica del captador (coeficiente global de pérdidas de calor). El valor para nuestro captador es 3,639 W/m²°C.
 F'_r / F_r el factor de corrección del conjunto captador intercambiador. (0,95).
 t_a la temperatura media mensual anual. (°C).
 Δt el periodo de tiempo considerado, el que el sol está por encima del horizonte. (s).

Latitud	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
+25°+45	8h	9h	9h	9,5h	9,5h	9,5h	9,5h	9,5h	9h	9h	8h	7,5h
-25°+25°	8,75	9,25	9,5	9,25	8,75	8,5	8,75	9,25	9,5	9,25	8,75	8,5
-25°-45°	9,5	9,5	9	9	8	7,5	8	9	9	9,5	9,5	9,5

K_1 el factor de corrección por almacenamiento que se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$K_1 = [Kg \text{ de acumulación} / (75 \cdot S_c)]^{-0,25}$$

$$= [2500 / (75 \cdot 42,66)]^{-0,25} = 1,064$$

$$37,5 < (Kg \text{ acumulación}) / (m^2 \text{ captador}) < 300$$

$$37,5 < 58,60 < 300$$

K_2 el factor de corrección, para ACS, que relaciona la temperatura mínima de ACS, la del agua de red y la media mensual ambiente, dado por la siguiente expresión:

$$K_2 = \frac{11,6 + 1,18 \cdot t_{ac} + 3,86 \cdot t_r - 2,32 \cdot t_a}{100 - t_a}$$

Siendo t_{ac} la temperatura mínima de ACS. (60 °C).
 t_r la temperatura del agua de red. (° C).
 t_a la temperatura media mensual del ambiente. (°C).

Mes	K_1	t_a (°C)	t_r (°C)	K_2	Δt (s)	E_p (MJ)	Q_a (MJ)	D_2
Enero	1,064	7,00	5	0,919	28800	386,24	21359,39	0,0181
Febrero	1,064	7,00	6	0,960	32400	453,90	18941,59	0,0240
Marzo	1,064	11,00	8	0,986	32400	446,14	20194,34	0,0221
Abril	1,064	13,00	10	1,044	34200	487,43	18791,26	0,0259
Mayo	1,064	16,00	11	1,045	34200	471,07	19029,28	0,0248
Junio	1,064	20,00	12	1,029	34200	441,77	18039,61	0,0245
Julio	1,064	22,00	13	1,045	34200	437,42	18252,57	0,0240
Agosto	1,064	23,00	12	0,978	34200	404,13	18640,93	0,0217
Septiembre	1,064	20,00	11	0,981	32400	398,99	18415,43	0,0217
Octubre	1,064	15,00	10	1,014	32400	438,19	19417,63	0,0226
Noviembre	1,064	10,00	8	1,001	28800	407,13	19542,91	0,0208
Diciembre	1,064	8,00	5	0,904	27000	352,36	21359,39	0,0165

4.4.4.3.5 DETERMINACIÓN DE LA GRÁFICA f

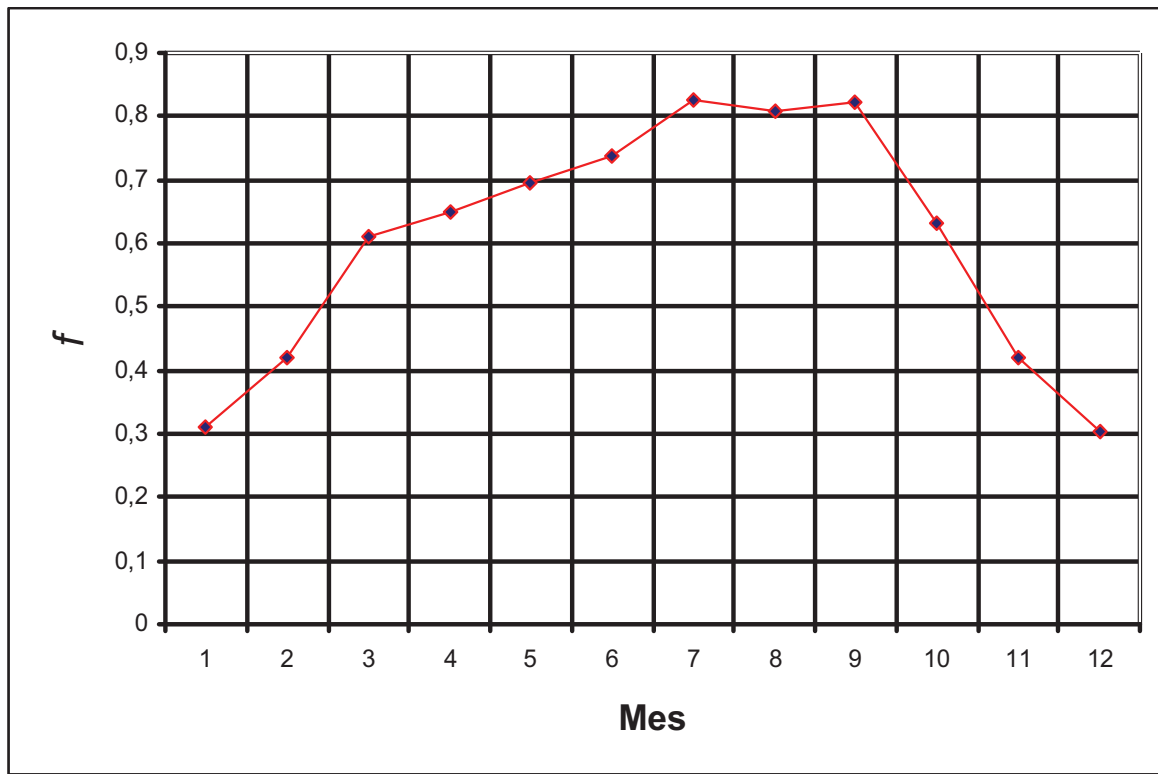
Los valores que toma f se obtienen a partir de los valores D_1 y D_2 mediante la siguiente ecuación:

$$f = 1,029 D_1 - 0,06 D_2 - 0,245 (D_1)^2 + 0,0018 (D_2)^2 + 0,0215 (D_1)^3$$

A partir de los valores obtenidos de la anterior ecuación se realiza la gráfica de la función:

Mes	D_1	D_2	f
Enero	0,329	0,0181	0,312
Febreo	0,457	0,0240	0,419
Marzo	0,705	0,0221	0,609
Abril	0,762	0,0259	0,650
Mayo	0,829	0,0248	0,695
Junio	0,895	0,0245	0,739
Julio	1,036	0,0240	0,826
Agosto	1,006	0,0217	0,808
Septiembre	1,028	0,0217	0,821
Octubre	0,737	0,0226	0,632
Noviembre	0,458	0,0208	0,420
Diciembre	0,318	0,0165	0,302

La gráfica f resultante es la siguiente:



f representa la fracción de la carga calorífica mensual aportada por el sistema de energía solar. Se puede observar que en los meses de verano, como es lógico, se aporta un gran porcentaje de energía, cercana al 90%.

4.4.4.3.5 VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR MENSUAL

Con los valores de la función f calculados para cada mes, ya se puede calcular la energía útil captada cada mes. Este cálculo se realiza mediante la siguiente expresión:

$$Q_u = f \cdot Q_a$$

Siendo

- Q_u la energía útil captada cada mes por la instalación. (MJ).
- f la función.
- Q_a la carga calorífica mensual de ACS. (MJ).

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Mes	Q_a (MJ)	f	Q_u (MJ)
Enero	21359,39	0,312	6664,13
Febrero	18941,59	0,419	7936,53
Marzo	20194,34	0,609	12298,35
Abril	18791,26	0,650	12214,32
Mayo	19029,28	0,695	13225,50
Junio	18039,61	0,739	13331,27
Julio	18252,57	0,826	15076,62
Agosto	18640,93	0,808	15061,87
Septiembre	18415,43	0,821	15119,07
Octubre	19417,63	0,632	12271,94
Noviembre	19542,91	0,420	8208,02
Diciembre	21359,39	0,302	6450,54

4.4.4.3.6 VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR ANUAL

La relación entre la suma de las coberturas anuales y la suma de las cargas caloríficas, o necesidades mensuales de calor, determina la cobertura anual del sistema:

$$\text{Cobertura solar anual} = \frac{\sum Q_u \text{ necesaria}}{\sum Q_a \text{ necesaria}}$$

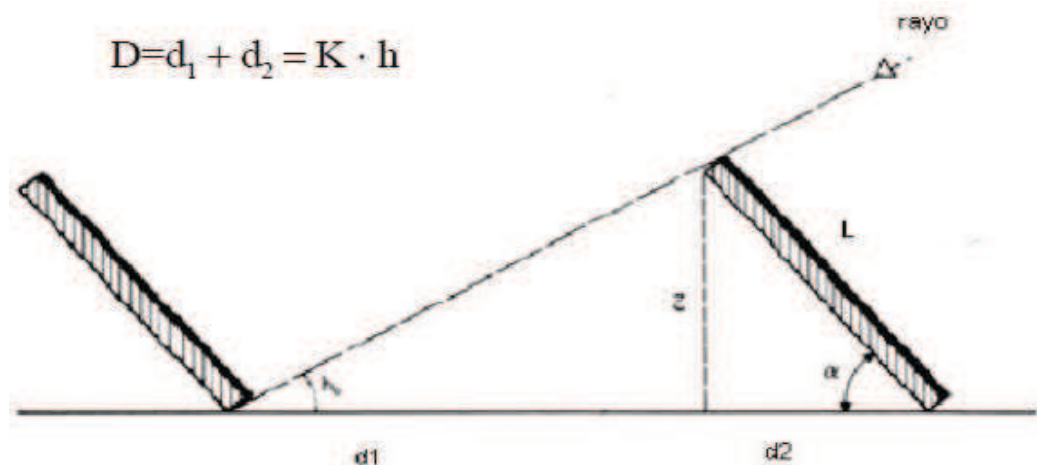
$$\text{El resultado de la cobertura solar anual es: CSA} = \frac{137858,20}{231984,30} = 0,5943$$

Por lo tanto la cobertura solar anual que proporciona la instalación es un **59,43%**, lo cual está por encima del mínimo exigido por el CTE en la sección HE 4 del DB-HE para el consumo de ACS y para la zona climática II. (contribución solar mínima = 30%).

4.4.5 DISPOSICIÓN DE LOS COLECTORES

Como ya hemos dicho anteriormente los colectores solares se ubican en la cubierta del edificio, en dos filas de 9 colectores cada una, orientados al sur como marca el DB-HE4 apartado 2.1.11 y con una inclinación respecto a la horizontal de 45°.

El método de cálculo y la explicación está mejor explicado en el Documento Memoria 8.7.5 “Disposición de los colectores”.



Siendo k coeficiente que varía con la orientación.
 h altura de los colectores. (m).

Inclinación (°)	20	25	30	35	40	45	50	55
Coefficiente k	1.532	1.638	1.732	1.813	1.879	1.932	1.970	1.992

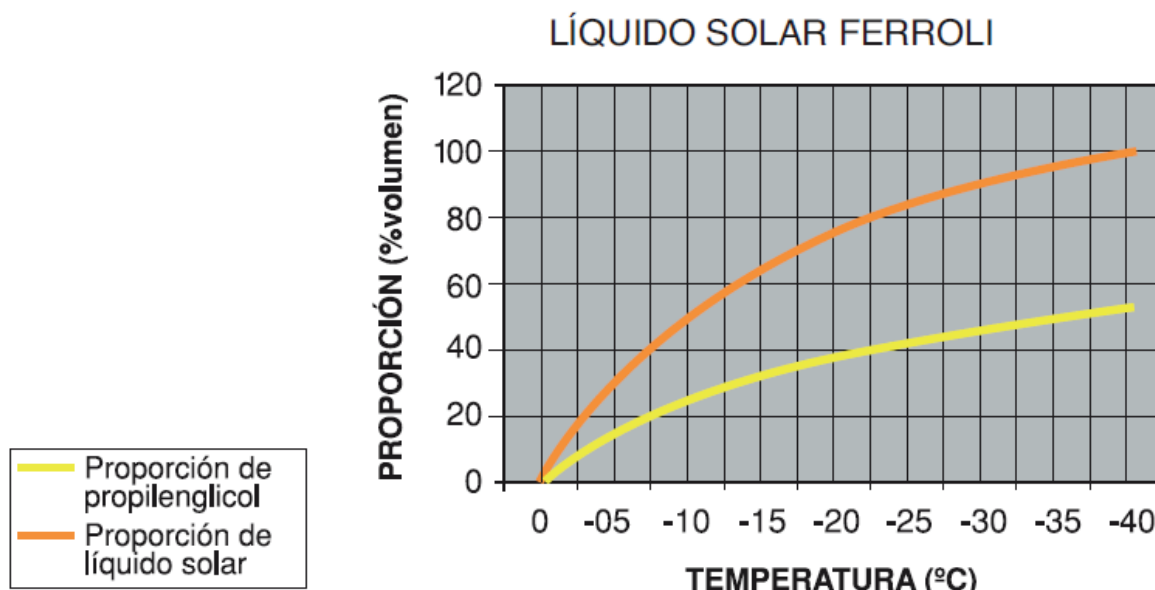
$D = 1,932 \cdot 2,187 = 4,225$ m debe haber de separación entre los colectores.

4.4.6 FLUIDO DE TRABAJO

El fluido de trabajo debe soportar unas temperaturas de $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$, ya que la temperatura mínima histórica es de $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ y se le da otros $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ de margen según el DB-HE4 del cte en el apartado 3.2.2.1. Todo lo relacionado con el fluido de trabajo está explicado en el Documento Memoria 8.7.6 “Fluido de trabajo”.

La instalación va a utilizar el líquido solar de la marca FERROLI. Es un líquido con capacidad de protección hasta $-38\text{ }^{\circ}\text{C}$ (en función del grado de concentración del producto en la mezcla circulante por el primario). Compuesto a base de propilenglicol, inhibidores de corrosión antiespumante, colorante y agua.

Las proporciones adecuadas de la mezcla según las temperaturas vienen dadas en la siguiente gráfica:



El fluido caloportador a de ser capaz de soportar temperaturas de - 21 °C y mirando la gráfica sacamos los porcentajes de agua, líquido solar y propilenglicol necesarias.

Para que no haya problemas de congelación elegimos la temperatura de - 25° C, según la gráfica la proporción es de un 85 % de líquido solar, 15 % de agua. Esta mezcla contiene un 42 % de propilenglicol.

4.4.7 DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS DEL CIRCUITO PRIMARIO

El circuito primario es aquel en el que se encuentran los colectores (por el que circula el fluido caloportador que absorbe la energía captada), el intercambiador de calor y el acumulador solar al que llega el agua precalentada después de haber pasado por el intercambiador.

Para el **circuito primario utilizamos tuberías de cobre**, ya que el CTE en el apartado 3.4.5 del HE-4 Ahorro de energía, nos indica “En las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales el cobre y el acero inoxidable”.

Las tuberías de plástico pueden dar problemas en este tipo de instalaciones debido a las temperaturas que se pueden alcanzar. El cobre es un material ligero, duradero, dúctil, maleable y reciclable casi en su totalidad.

En primer lugar debemos establecer el caudal del fluido, el CTE en el apartado 3.3.5.1 del HE-4 Ahorro de energía, nos indica que el caudal se determinará de acuerdo a las especificaciones del fabricante, en su defecto su valor estará comprendido entre 1,2 l/s y 2 l/s por cada 100 m² de red de captadores.

El caudal recomendado por el fabricante de los captadores solares es 50 l/m²h.

La superficie total de los 18 captadores es de 42,66 m² (2,37 m² por captador).

Por lo tanto, el caudal recomendado para nuestra instalación es:

$$Q = 2133 \text{ l/h} = 0,5925 \text{ l/s.}$$

La velocidad de circulación del fluido, para evitar acumulaciones de aire o incrustaciones, será de 0,5 m/s (al ser de cobre).

Las pérdidas no deben superar los 40 mmca/m.

Con los datos anteriores hallamos el diámetro correspondiente:

$$q = v \cdot \text{sección de la tubería} \rightarrow \text{diámetro} = 38,84 \text{ mm.}$$

Con estos datos se consulta en un diagrama de pérdidas de carga en tubos de cobre y así se obtienen tanto el diámetro de tubería como las pérdidas de carga que se producen en esta. Los resultados obtenidos son los siguientes:

$$D = 40 \text{ mm}$$

$$\text{Pérdidas de carga} = 8 \text{ mmca/m}$$

En cuanto al circuito secundario debido a la diferencia entre los calores específicos del fluido caloportador y el agua de red, el caudal en el circuito secundario a de ser un 10% menor que en el circuito primario.

Las tuberías del circuito secundario son de polietileno reticulado como hemos visto con anterioridad. Por lo que la velocidad recomendada está entre 0,5 m/s y 3,5 m/s, se ha elegido una velocidad de 2 m/s.

Por lo tanto el **caudal** aproximado del **circuito secundario es 1919,7 l/h.**

$$D = \text{PER40-32,60 (mm)}$$

En este caso la pérdida de carga es de 17,04 mmca/m.

Por otro lado los ramales del circuito primario, es decir, las tuberías que llegan a los captadores solares se elige un diámetro de 10,50 mm. Con una pérdida de carga de 20 mmca/m.

$$\text{Velocidad} = 0,35 \text{ m/s.}$$

4.4.8 AISLAMIENTO

Las tuberías de ACS se aíslan de acuerdo con el apartado 1.2.4.2.1 de las ITE del RITE. (instrucciones técnicas complementarias).

El aislamiento mínimo de las tuberías es el que se establece en las siguientes tabla.

Para tuberías y accesorios que discurren por el interior del edificio.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Para tuberías y accesorios que discurren por el exterior del edificio.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

El material escogido para aislar las tuberías es espuma elastomérica negra autoadhesiva, cuya conductividad térmica es 0,040 W/m²K.

4.5 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

4.5.1 CÁLCULO DE LOS VASOS DE EXPANSIÓN

Circuito secundario y de reparto

En este proyecto se ha elegido un vaso de expansión cerrado con diafragma, a continuación está el cálculo de su volumen.

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_p$$

Siendo

- V_t el volumen total del vaso de expansión. (m³).
- V el contenido total de agua en el circuito. (m³).
- C_e el coeficiente de dilatación del fluido. (m³).
- C_p el coeficiente de presión del gas. (m³).

$$V = V_{ac} + V_{at} + V_{acumulador} + V_{int\text{ercambiador}}$$

Siendo

- V_{ac} el volumen de agua de la caldera. (m³).
- V_{at} el volumen de agua de las tuberías. (m³).
- $V_{acumulador}$ el volumen de agua de los acumuladores. (m³).
- $V_{int\text{ercambiador}}$ el volumen de agua de los intercambiadores. (m³).

$$V = 17,37 + 421,26 + 4000 + 2,09 = 4440,72 \text{ litros}$$

Cálculo de C_e

Lo calculamos con la siguiente ecuación o se puede hallar tabulado en tablas:

$$C_e = (3.24 t^2 + 102,13 t - 2708,3) 10^{-6}$$

Temperatura en °C	C_e	C_e en %
30	0,00435	0,435
40	0,00782	0,782
50	0,0121	1,21
60	0,0171	1,71
70	0,0227	2,27
80	0,0290	2,90
90	0,0359	3,59
100	0,0434	4,34

Teniendo en cuenta la temperatura media, 50 °C, el coeficiente de expansión es $C_e = 0,0121$.

Cálculo de C_p

Lo calculamos mediante la siguiente ecuación:

$$C_p = \frac{P_M}{P_M - P_m}$$

Siendo P_m presión mínima absoluta del vaso, en bar. Tiene que ser mayor que la presión atmosférica en cualquier parte del circuito. $P_m = 2,2$ bar.

P_M presión máxima absoluta del vaso, en bar. Se escoge el menor de estos valores:

$$P_M = 0,9 \cdot P_{vs} + 1 = 3,7 \text{ bar.}$$

$$P_M = P_{vs} + 0,65 = 3,65 \text{ bar.}$$

Siendo P_{vs} la presión de tarado de la válvula de seguridad.

Presión de tarado (P_{vs}) = 3 bar

$$C_p = 2,52$$

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_p = 4440,72 \cdot 0,0121 \cdot 2,52 = 135,41 \text{ litros}$$

El **vaso de expansión** elegido es de la **marca IBAIONDO**, el **modelo 150 CMR** de 150 litros de capacidad.

Circuito primario

Los datos de partida serán de 70 °C como temperatura media y presión mínima en frío en el punto más alto del circuito, mayor de 1,5 bar.

Para dimensionar el vaso de expansión lo primero que hay que calcular es el volumen de tuberías, paneles e intercambiador.

$$V_{\text{tuberías}} = 50,00 \text{ litros}$$

$$V_{\text{paneles}} = 52,20 \text{ litros}$$

$$V_{\text{intercambiador}} = 0,72 \text{ litros}$$

Al calentarse el circuito primario el fluido caloportador se dilata:

$$V_d = V_t \cdot n$$

Siendo

V_d	el volumen de dilatación. (litros)
V_t	el volumen total del circuito primario. (litros)
n	el coeficiente de dilatación el fluido.

El coeficiente de dilatación se calcula en función de las temperaturas que pueden presentarse en el circuito primario. A efectos de estos cálculos es suficiente aproximación suponer que el coeficiente de dilatación térmica del fluido tiene un comportamiento lineal con la temperatura para el rango de temperaturas en el que nos movemos.

Las expresiones linealizadas del coeficiente de dilatación utilizadas para el cálculo son:

$$\text{Para agua pura} \quad n = 0,000180 \cdot \Delta T$$

$$\text{Para agua con 40 \% de glicol} \quad n = 0,000654 \cdot \Delta T$$

En nuestro caso tenemos un 42 % de glicol, por lo que cogemos el dato del 40 %.

Como valor medio es razonable suponer una diferencia de temperaturas máxima de 130 K entre el estado frío y la operación cerca de la temperatura de trabajo.

$$n = 0,000654 \cdot 130 = 0,08502$$

Por lo que $V_d = 102,92 \cdot 0,085 = 8,75$ litros

Además el vaso de expansión se llena con el llamado volumen de reserva, para compensar la contracción del fluido a bajas temperaturas y las pequeñas pérdidas de fluido (devido p.ej: a las purgas de aire). En cualquier caso siempre se considera el volumen de reserva como mínimo de tres litros sea cual sea el sistema.

Para este cálculo se va a considerar otro caso extremo, que es la diferencia de temperaturas entre el llenado (20 °C) y la operación a la temperatura inferior (- 24 °C), 44°C.

$$V_r = V_t \cdot n$$

Siendo V_r el volumen de reserva. (litros)

$$V_r = 102,92 \cdot 0,000654 \cdot 44 = 2,96 \text{ litros.}$$

Como el valor mínimo recomendado es de 3 litros, cogemos ese.

El volumen de vapor que puede producirse en una instalación equivale a la suma del contenido del líquido en los captadores y de una determinada parte del volumen en las tuberías del circuito primario. En este caso se empleará una fracción de 0,25.

$$V_{\text{vap}} = V_{\text{cap}} + (0,25 \cdot V_{\text{tub}}) = 52,20 + (0,25 \cdot 50) = 64,70 \text{ litros}$$

El volumen útil del vaso de expansión será:

$$V_u = V_d + V_r + V_{\text{vap}} = 8,75 + 2,96 + 64,70 = 76,41 \text{ litros}$$

El volumen nominal del vaso de expansión será:

$$V_n = F_p \cdot V_u$$

El factor de presión F_p corresponde al cociente entre la presión final (presión absoluta) y la diferencia entre la presión final y la inicial.

$$F_p = \frac{P_{\text{final}} + 1}{P_{\text{final}} - P_{\text{gas}}}$$

La presión estática se calcula en función de la diferencia de cotas (Δh) entre el vaso de expansión y el punto superior del circuito primario. Por lo general, el punto superior está definido por el borde superior del captador. La presión estática aumenta un bar por cada diez metros de diferencia de cotas.

$$P_{\text{est}} = 1,15 \text{ bar}$$

Para evitar la entrada de aire en el circuito se fija la presión mínima en el estado frío del sistema (P_{mf}), en el punto superior de la instalación siempre por encima de la presión atmosférica. Por lo general se recomienda usar un valor de 1,5 bar, que es el valor que se empleará en este caso.

$$P_{gas} = P_{mf} + P_{est} = 2,65 \text{ bar}$$

P_{vs} es la presión nominal de la válvula de seguridad, constituye el límite de presión que nunca se debe alcanzar durante todas las condiciones de operación. La presión nominal se elige en función de las presiones nominales de los componentes del circuito primario. En este caso 10 bar. A fin de evitar con total seguridad que salte la válvula de seguridad durante todas las condiciones de operación, es necesario dejar un margen entre la presión nominal de la válvula de seguridad y la presión máxima. Este margen no será nunca inferior a 0,5 bar.

$$\Delta P_m = 0,1 \cdot P_{vs} = 0,1 \cdot 10 = 1 \text{ bar}$$

$$P_{final} = P_{vs} - \Delta P_m = 10 - 1 = 9 \text{ bar}$$

Por lo que F_p será:

$$F_p = \frac{9+1}{9-2,65} = 1,58$$

Finalmente

$$V_n = F_p \cdot V_u = 1,58 \cdot 76,41 = 120,73 \text{ litros}$$

El vaso de expansión elegido es de la **marca IBAIONDO**, el **modelo 220 SMR** con capacidad para 200 litros.

4.5.2 CÁLCULO DE LAS BOMBAS

1- Circuito caldera-intercambiador

Habrà que determinar las pérdidas de carga que han de compensarse mediante la bomba para un caudal de 1,442 l/s.

Las pérdidas son de 33,23 mmca/m.

La longitud es de 6 metros. \rightarrow Pérdidas = 0,199 mca.

En cuanto a las pérdidas por singularidades presentes en este circuito son:

- Caída de presión de la cadera: 105 mbar (1,05 mca).
- Caída de presión en el intercambiador: 3,6 mca.



Caída total de presión = 4,85 mca.

La bomba elegida será de la **marca Roca**, el modelo **SB-100XL**, utilizandola en la marcha 3.

2- Circuito intercambiador-acumulador de reparto

Por el circuito circulará un caudal de 1,442 l/s.

Las pérdidas son de 33,23 mmca/m.

La longitud es de 6 metros. → Pérdidas = 0,199 mca.

En cuanto a las pérdidas singulares del circuito:

- Caída de presión en el intercambiador: 0,8 mca.

Caída total de presión = 0,999 mca.

La bomba elegida será de la **marca Roca**, el modelo **SB-50XA**, utilizandola en la marcha 3.

3- Circuito acumulador de reparto-acumulador solar

Por el circuito circulará un caudal de 0,42 l/s.

Las pérdidas son de 31,82 mmca/m.

La longitud es de 6 metros. → Pérdidas = 0,191 mca.

En cuanto a las pérdidas singulares del circuito, estimamos unas pérdidas del 20 %.

- Pérdidas singulares: 0,0382 mca.

Caída total de presión = 0,229 mca.

La bomba elegida será de la **marca Roca**, el modelo **SB-10YA**, utilizandola en la marcha 1.

4- Circuito de reparto

Por el circuito circulará un caudal de 10,15 l/s.

Las pérdidas son de 37,34 mmca/m.

La longitud es de 80 metros. → Pérdidas = 2,99 mca.



En cuanto a las pérdidas singulares del circuito, estimamos unas pérdidas del 30 %.

- Pérdidas singulares: 0,897 mca.

Caída total de presión = 3,89 mca.

Elegiremos dos bombas puestas en paralelo, de la **marca Roca**, el modelo **SB-100XA** utilizándolas en la marcha 3.

5- Circuito solar

1- Circuito acumulador solar-intercambiador solar

Por el circuito circulará un caudal de 0,42 l/s.

Las pérdidas son de 31,82 mmca/m.

La longitud es de 6 metros. → Pérdidas = 0,191 mca.

En cuanto a las pérdidas singulares del circuito, estimamos unas pérdidas del 20 %.

- Pérdidas singulares: 0,0382 mca.

- Caída de presión en el intercambiador solar: 2 mca.

Caída total de presión = 2,23 mca.

La bomba elegida será de la **marca Roca**, el modelo **SB-100XL**, utilizándola en la marcha 1.

2- Circuito primario

Por el circuito circulará un caudal de 0,59 l/s.

Las pérdidas son de 8 mmca/m.

La longitud es de 68 metros. → Pérdidas = 0,544 mca.

En cuanto a las pérdidas singulares del circuito, estimamos unas pérdidas del 30 %.

- Pérdidas singulares: 0,163 mca.

- Caída de presión en el intercambiador solar: 2 mca.

- Caída de presión en la serie de colectores: 2 mca.

Caída total de presión = 4,71 mca.

La bomba elegida será de la **marca Roca**, el modelo **SB-100XL**, utilizándola en la marcha 2.

4.5.3 CONTADORES

Para medir el caudal de agua que gasta cada usuario de un servicio y posteriormente ser cobrado por la empresa o la compañía suministradora, se colocan los llamados contadores que se intercalan en la tubería y controlan el consumo de agua, registrando la cantidad en una esfera de lectura directa o indirecta mediante la conexión de los contadores de agua a interfaces de un ordenador.

El contador deberá ser de modelo homologado.

Los contadores serán divisionarios con dos llaves de paso, una anterior y otra posterior.

Se colocarán en los descansillos de cada planta, estarán cerrados con puerta e irán provistos de llave de manera que no puedan ser manipulados.

4.5.4 ELEMENTOS DE REGULACIÓN

Los elementos de regulación utilizados son:

- Termostatos
- Sensores
- Actuadores
- Manómetros
- Válvulas
- Grifos de vaciado
- Centralita de regulación
- Purgadores

En el Documento Cálculos “8.8.4 Elementos de regulación” se encuentra una información más detallada sobre los elementos antes mencionados.

5. CÁLCULO DE LA CALDERA

La caldera ha de ser capaz de suministrar la potencia necesaria tanto para abastecer la demanda de calefacción como de agua caliente sanitaria (calculado sin ayuda de las placas solares).

Es la encargada de calentar el agua de consumo mediante la combustión de un combustible, en nuestro caso gas natural.

La potencia de la caldera la obtenemos de la suma de las potencias instaladas, tanto en calefacción como en ACS.

Calefacción

Potencia de los emisores instalados = 141,84 KW



A este valor se le suma un 10 % como margen de seguridad.

Potencia de calefacción = 156,02 KW

ACS

En este caso tomamos como referencia la potencia del intercambiador de reparto, ya que tenemos que hacer el cálculo suponiendo que no existen las placas solares, la caldera debe ser capaz de calentar el total de ACS sin ayuda.

Potencia del intercambiador de reparto = 87 KW

A este valor se le suma también un 10 % como margen de seguridad.

Potencia de ACS = 95,70 KW

POTENCIA TOTAL = 251,72 KW

Se ha elegido la caldera *ecoCRAFT exclusiv VKK 2806/3-E* de la marca **VALLIANT**. Es una caldera de condensación de 280 KW de poder calorífico nominal que se puede modular en el rango 19 % - 100% (51,0 KW - 275,5 KW).

5.1 CÁLCULO DE LA CHIMENEA

La chimenea elegida es circular de **acero inoxidable de 250 mm de diámetro**. El aislante térmico de la chimenea es **lana de roca de 30 mm de espesor**.



Pamplona, Junio de 2012

Firmado:

Iñigo Arteaga Jaunsarás

(Ingeniero Técnico Industrial)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE
SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TREINTA Y CUATRO
VIVIENDAS EN PAMPLONA

3 PLANOS

Iñigo Arteaga Jaunsarás

Tutor: José Vicente Valdenebro García

Pamplona, Junio de 2012



ÍNDICE

1. SITUACIÓN DEL EDIFICIO

2. GARAJE

3. PLANTA BAJA

4. PLANTA PRIMERA

5. PLANTA SEGUNDA

6. PLANTA DE CUBIERTA

7. SALA DE CALDERA

8. DISTRIBUCIÓN DE CALEFACCIÓN PLANTA BAJA

9. DISTRIBUCIÓN DE CALEFACCIÓN PLANTA PRIMERA

10. DISTRIBUCIÓN DE CALEFACCIÓN PLANTA SEGUNDA

11. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

12. DISTRIBUCIÓN DE ACS PLANTA BAJA



13. DISTRIBUCIÓN DE ACS PLANTA PRIMERA

14. DISTRIBUCIÓN DE ACS PLANTA SEGUNDA

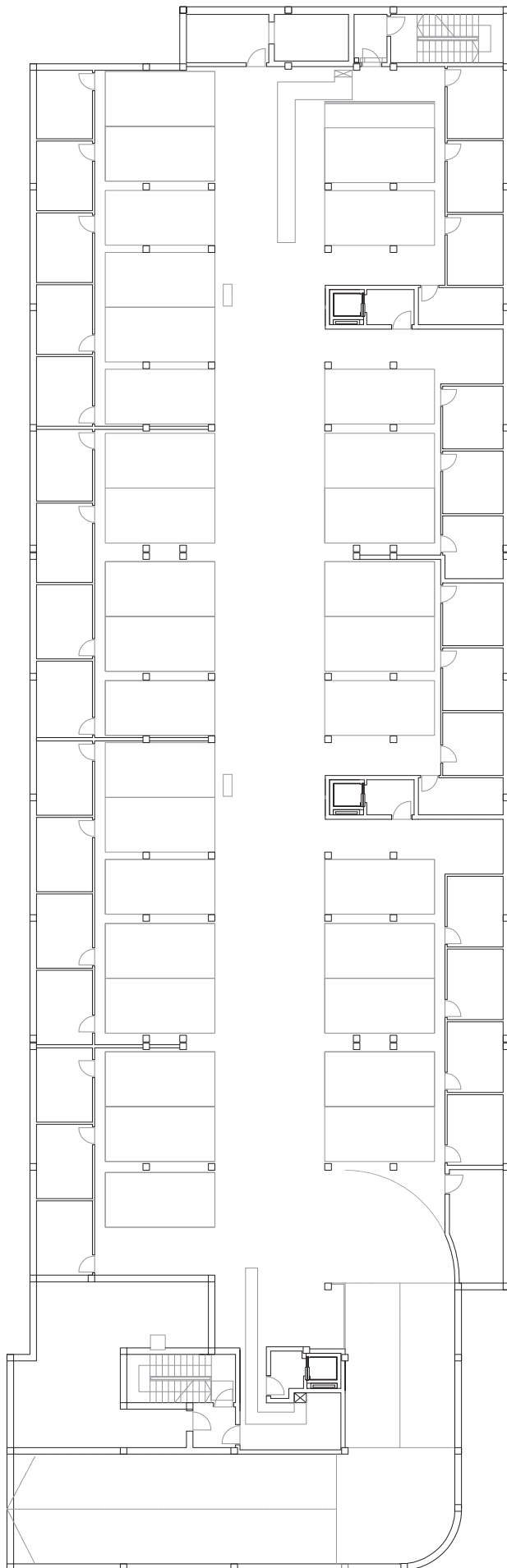
15. UBICACIÓN DE LOS COLECTORES

16. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE ACS

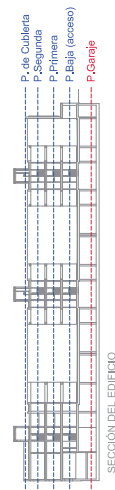



● PAMPLONA

 <p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T.</p>	<p>DEPARTAMENTO:</p>		
	<p>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.</p>	<p>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>		
<p>PROYECTO:</p> <p>INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TREINTA Y CUATRO VIVIENDAS EN PAMPLONA</p>		<p>REALIZADO:</p> <p>Arteaga Jaunsarás, Iñigo</p>		
		<p>FIRMA:</p>		
<p>PLANO:</p> <p>SITUACIÓN</p>		<p>FECHA:</p> <p>21/07/12</p>	<p>ESCALA:</p> <p>-</p>	<p>Nº PLANO:</p> <p>1</p>



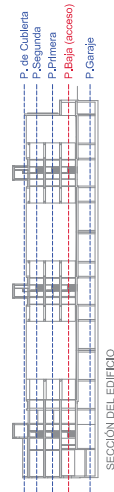
PLANTA GARAJE




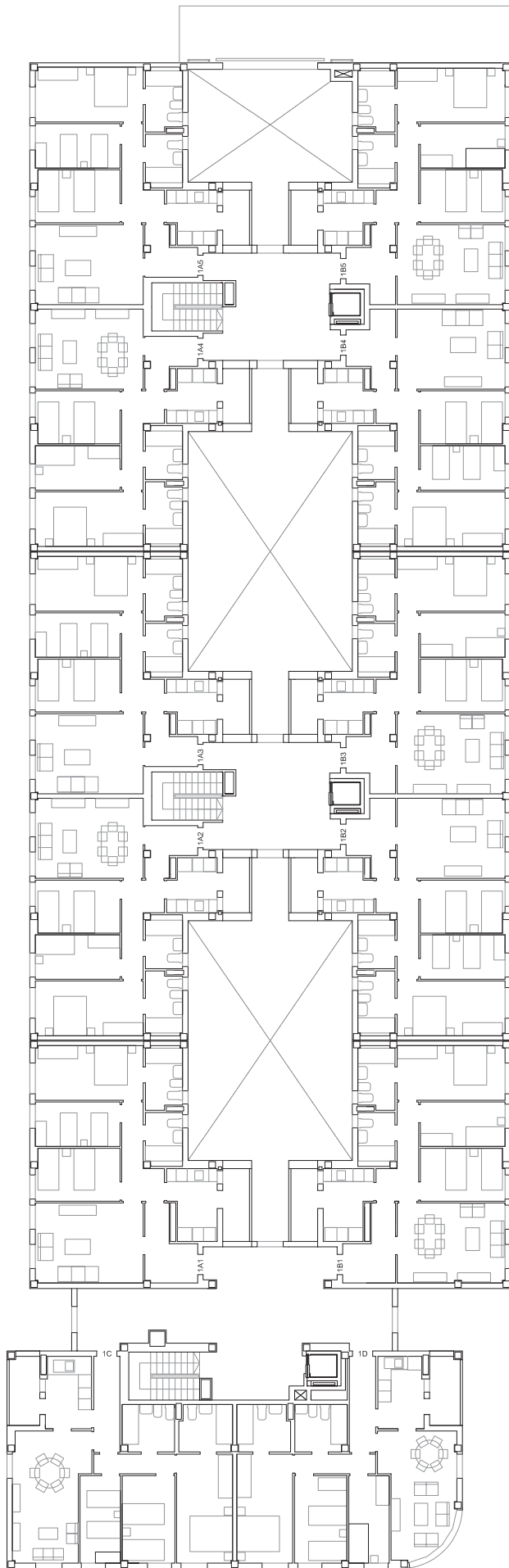
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.	REALIZADO: ARTEAGA JAUN SARÁS, IÑIGO FIRMA:
PROYECTO: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TREINTA Y CUATRO VIVIENDAS EN PAMPLONA		
PLANO: GARAJE		FECHA: 21/06/2012 ESCALA: 1:200 N° PLANO: 2



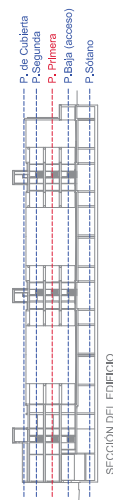
PLANTA BAJA (ACCESO)




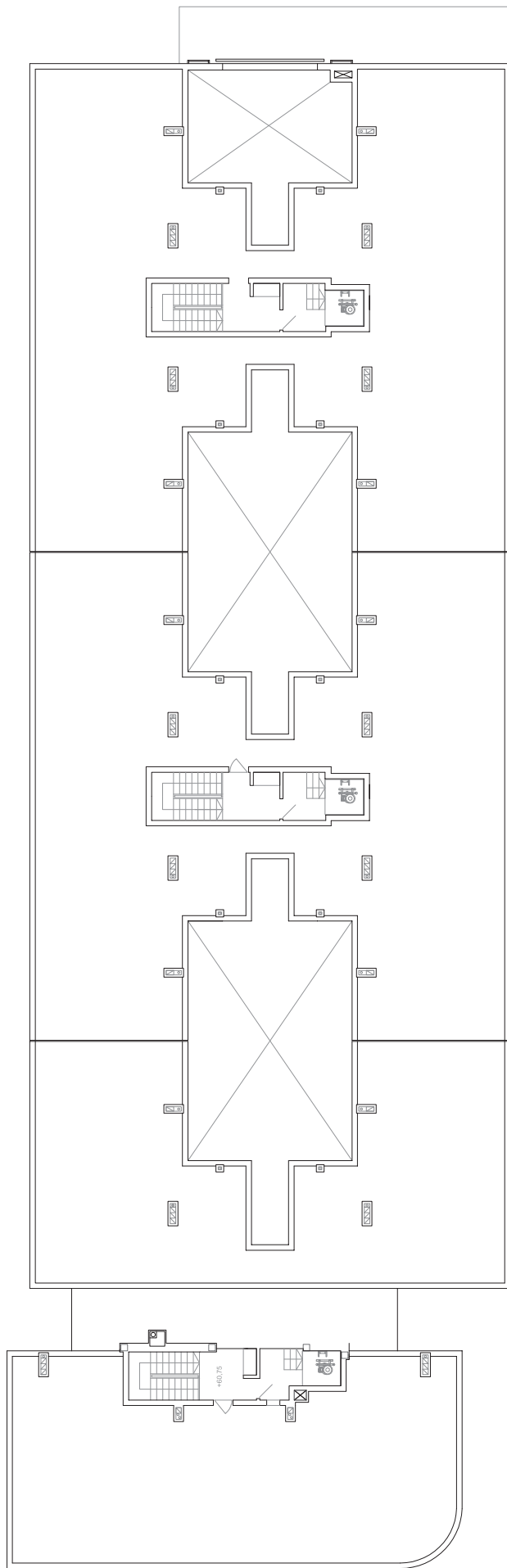
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.		
PROYECTO: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TREINTA Y CUATRO VIVIENDAS EN PAMPLONA			REALIZADO: ARTEAGA JAUNSARÁS, IÑIGO
			FIRMA:
PLANO: PLANTA BAJA	FECHA: 21/06/2012	ESCALA: 1:200	Nº PLANO: 3




PLANTA PRIMERA

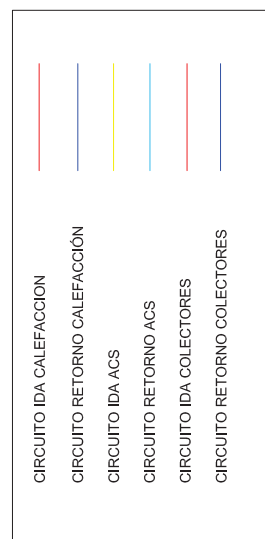
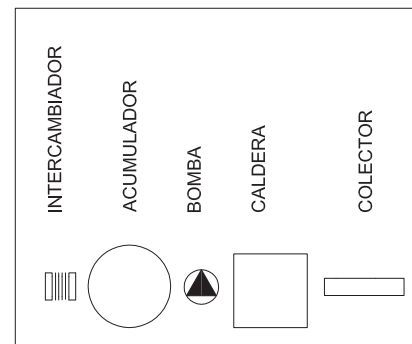
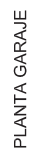



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	PROYECTO: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TREINTA Y CUATRO VIVIENDAS EN PAMPLONA		REALIZADO: ARTEAGA JAUN SARÁS, IÑIGO	
PLANO: PLANTA PRIMERA		FIRMA:		FECHA: 21/06/2012
		ESCALA: 1:200		N° PLANO: 4

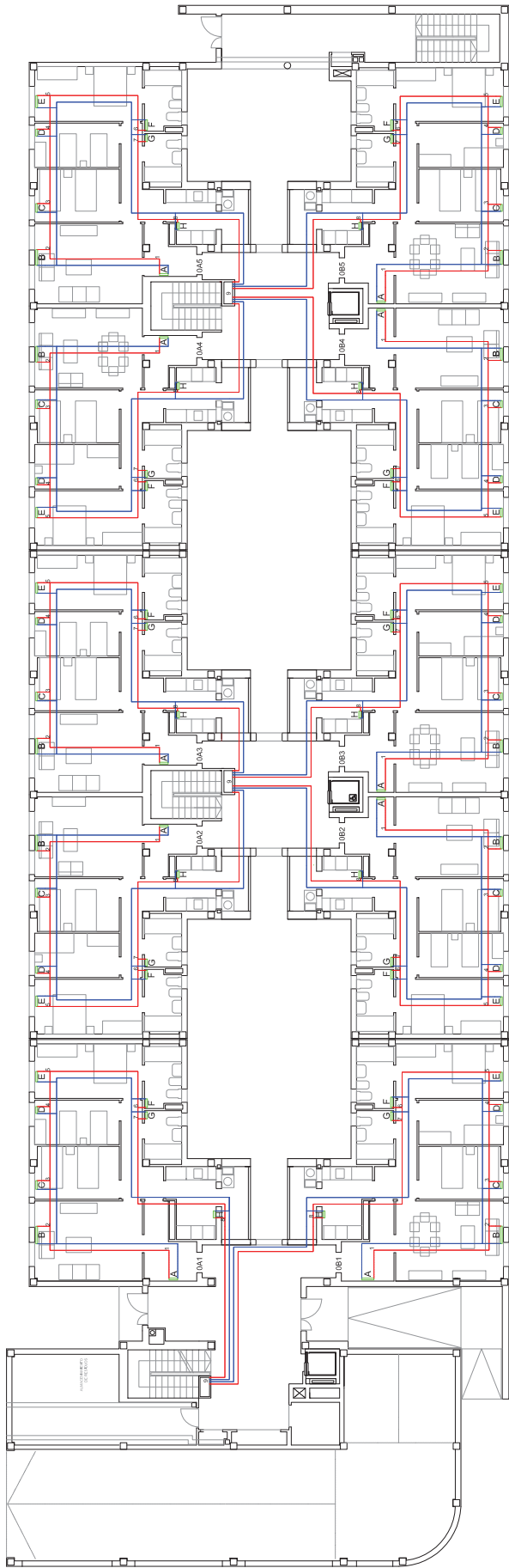


PLANTA DE CUBIERTA

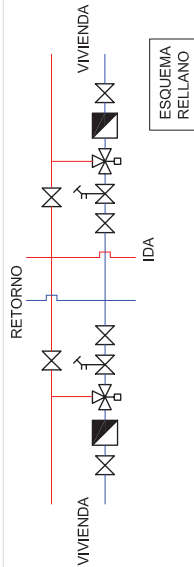
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.			
PROYECTO: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TREINTA Y CUATRO VIVIENDAS EN PAMPLONA		REALIZADO: ARTEAGA JAUNSARÁS, IÑIGO		
		FIRMA:		
PLANO: PLANTA DE CUBIERTA		FECHA: 21/06/2012	ESCALA: 1:200	Nº PLANO: 6



	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO	TÉCNICO INDUSTRIAL M.	
UNIVERSITATSE Publikoa			REALIZADO: ARTEAGA JAUNARSÁS, INIGO
PROYECTO: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TREINTA Y CUATRO VIVIENDAS EN PAMPLONA			
PLANO: SALA DE CALDERAS			
FECHA: 21/06/2012			ESCALA: 1:200
			Nº PLANO: 7



PLANTA BAJA (ACCESO)



Vivienda 001

Local	Modelo	Nº de elementos	DN (mm)
Vest Pas	Dobal 45	5	PER12-8,40
2-2	Dobal 60	6	PER12-8,40
2-3	Dobal 60	6	PER12-8,40
Dorm.2	Dobal 45	4	PER12-8,40
3-4	Dobal 45	4	PER12-8,40
Dorm.3	Dobal 45	4	PER12-8,40
Dorm.4	Dobal 45	4	PER12-8,40
5-6	Dobal 45	4	PER12-8,40
Baño.1	Dobal 45	6	PER12-8,40
Baño.2	Dobal 45	6	PER12-8,40
Baño.3	Dobal 45	6	PER12-8,40
Baño.4	Dobal 45	6	PER12-8,40
Cocina	Dobal 45	5	PER12-8,40
8-9	Dobal 45	5	PER12-8,40

Vivienda 002, 003, 004

Local	Modelo	Nº de elementos	DN (mm)
Vest Pas	Dobal 45	5	PER12-8,40
2-2	Dobal 60	6	PER12-8,40
2-3	Dobal 60	6	PER12-8,40
Dorm.2	Dobal 45	4	PER12-8,40
3-4	Dobal 45	4	PER12-8,40
Dorm.3	Dobal 45	4	PER12-8,40
Dorm.4	Dobal 45	4	PER12-8,40
5-6	Dobal 45	4	PER12-8,40
Baño.1	Dobal 45	6	PER12-8,40
Baño.2	Dobal 45	6	PER12-8,40
Baño.3	Dobal 45	6	PER12-8,40
Baño.4	Dobal 45	6	PER12-8,40
Cocina	Dobal 45	5	PER12-8,40
8-9	Dobal 45	5	PER12-8,40

Vivienda 005

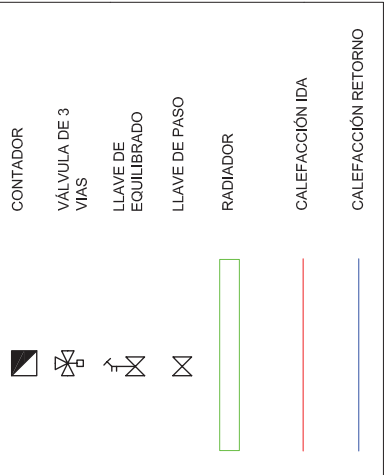
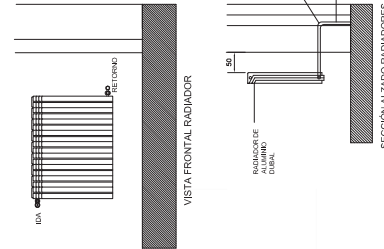
Local	Modelo	Nº de elementos	DN (mm)
Vest Pas	Dobal 45	5	PER12-8,40
2-2	Dobal 60	6	PER12-8,40
2-3	Dobal 60	6	PER12-8,40
Dorm.2	Dobal 45	4	PER12-8,40
3-4	Dobal 45	4	PER12-8,40
Dorm.3	Dobal 45	4	PER12-8,40
Dorm.4	Dobal 45	4	PER12-8,40
5-6	Dobal 45	4	PER12-8,40
Baño.1	Dobal 45	6	PER12-8,40
Baño.2	Dobal 45	6	PER12-8,40
Baño.3	Dobal 45	6	PER12-8,40
Baño.4	Dobal 45	6	PER12-8,40
Cocina	Dobal 45	5	PER12-8,40
8-9	Dobal 45	5	PER12-8,40

Vivienda 006

Local	Modelo	Nº de elementos	DN (mm)
Vest Pas	Dobal 45	5	PER12-8,40
2-2	Dobal 60	6	PER12-8,40
2-3	Dobal 60	6	PER12-8,40
Dorm.2	Dobal 45	4	PER12-8,40
3-4	Dobal 45	4	PER12-8,40
Dorm.3	Dobal 45	4	PER12-8,40
Dorm.4	Dobal 45	4	PER12-8,40
5-6	Dobal 45	4	PER12-8,40
Baño.1	Dobal 45	6	PER12-8,40
Baño.2	Dobal 45	6	PER12-8,40
Baño.3	Dobal 45	6	PER12-8,40
Baño.4	Dobal 45	6	PER12-8,40
Cocina	Dobal 45	5	PER12-8,40
8-9	Dobal 45	5	PER12-8,40

Vivienda 007, 008, 009

Local	Modelo	Nº de elementos	DN (mm)
Vest Pas	Dobal 45	5	PER12-8,40
2-2	Dobal 60	6	PER12-8,40
2-3	Dobal 60	6	PER12-8,40
Dorm.2	Dobal 45	4	PER12-8,40
3-4	Dobal 45	4	PER12-8,40
Dorm.3	Dobal 45	4	PER12-8,40
Dorm.4	Dobal 45	4	PER12-8,40
5-6	Dobal 45	4	PER12-8,40
Baño.1	Dobal 45	6	PER12-8,40
Baño.2	Dobal 45	6	PER12-8,40
Baño.3	Dobal 45	6	PER12-8,40
Baño.4	Dobal 45	6	PER12-8,40
Cocina	Dobal 45	5	PER12-8,40
8-9	Dobal 45	5	PER12-8,40



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TÉCNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA
CALIENTE SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TREINTA
Y CUATRO VIVIENDAS EN PAMPLONA

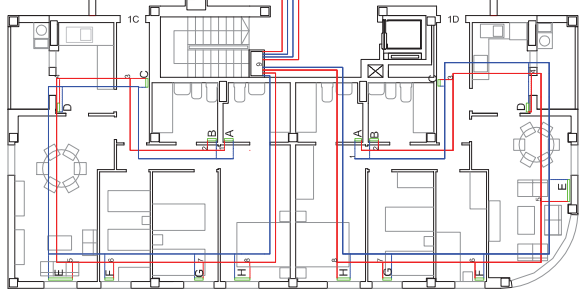
REALIZADO:
ARTEAGA JAUNARSÁ, INIGO

PLANO:
DISTRIBUCIÓN CALEFACCIÓN PLANTA BAJA

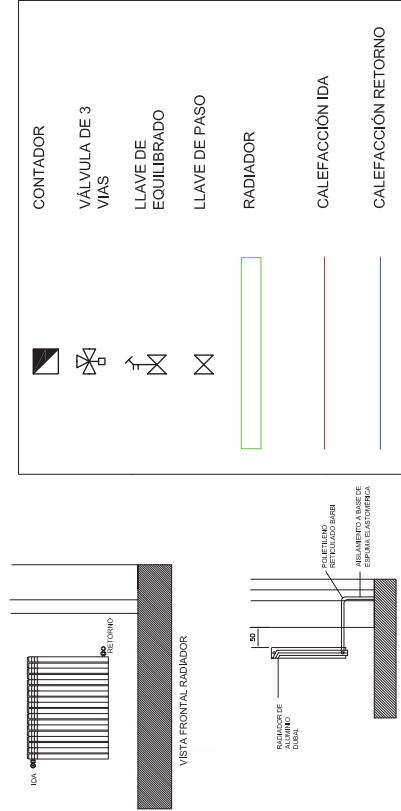
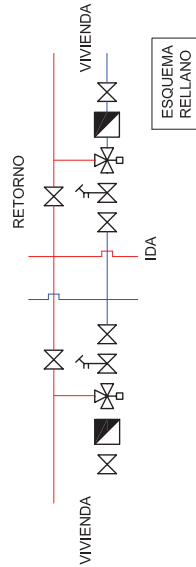
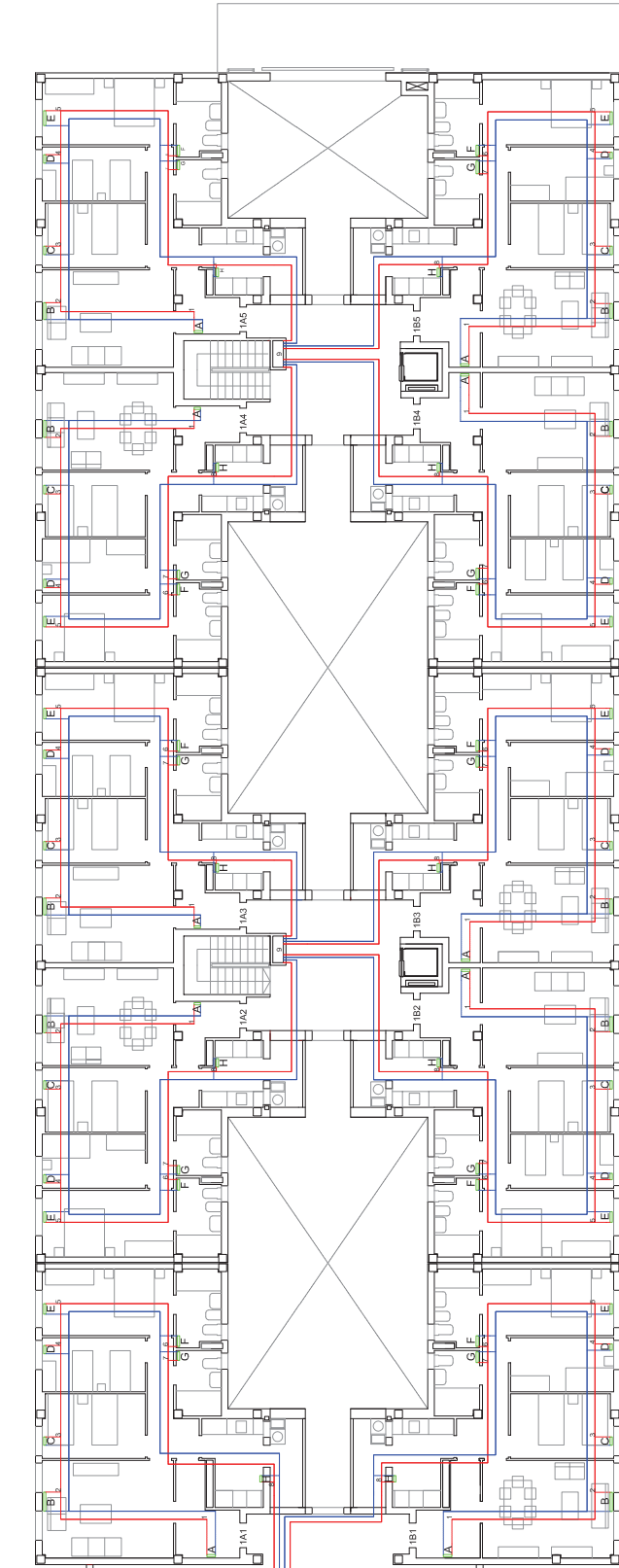
FECHA:
21/06/2012

ESCALA:
1:200

Nº PLANO:
8



PLANTA PRIMERA



Vivienda 1B1				Vivienda 1B2, 1B3, 1B4				Vivienda 1A2, 1A3, 1A4				Vivienda 1A1			
Local	Modelo	Nº de elementos	DN (mm)	Local	Modelo	Nº de elementos	DN (mm)	Local	Modelo	Nº de elementos	DN (mm)	Local	Modelo	Nº de elementos	DN (mm)
Vest. Pn	Dhbal 45	1	PER12-8,40	Vest. Pn	Dhbal 45	1	PER12-8,40	Vest. Pn	Dhbal 45	1	PER12-8,40	Vest. Pn	Dhbal 45	1	PER12-8,40
1-1-2	Salón	1	PER12-8,40	1-1-2	Salón	1	PER12-8,40	1-1-2	Salón	1	PER12-8,40	1-1-2	Salón	1	PER12-8,40
2-1-3	Dorm.2	1	PER12-8,40	2-1-3	Dorm.2	1	PER12-8,40	2-1-3	Dorm.2	1	PER12-8,40	2-1-3	Dorm.2	1	PER12-8,40
3-1-4	Dorm.1	1	PER12-8,40	3-1-4	Dorm.1	1	PER12-8,40	3-1-4	Dorm.1	1	PER12-8,40	3-1-4	Dorm.1	1	PER12-8,40
4-1-5	Baño.1	1	PER12-8,40	4-1-5	Baño.1	1	PER12-8,40	4-1-5	Baño.1	1	PER12-8,40	4-1-5	Baño.1	1	PER12-8,40
5-1-6	Baño.2	1	PER12-8,40	5-1-6	Baño.2	1	PER12-8,40	5-1-6	Baño.2	1	PER12-8,40	5-1-6	Baño.2	1	PER12-8,40
6-1-7	Cocina	1	PER12-8,40	6-1-7	Cocina	1	PER12-8,40	6-1-7	Cocina	1	PER12-8,40	6-1-7	Cocina	1	PER12-8,40
7-1-8	Cocina	1	PER12-8,40	7-1-8	Cocina	1	PER12-8,40	7-1-8	Cocina	1	PER12-8,40	7-1-8	Cocina	1	PER12-8,40
8-1-9	Cocina	1	PER12-8,40	8-1-9	Cocina	1	PER12-8,40	8-1-9	Cocina	1	PER12-8,40	8-1-9	Cocina	1	PER12-8,40

Vivienda 1B5				Vivienda 1A5				Vivienda 1A6				Vivienda 1A7			
Local	Modelo	Nº de elementos	DN (mm)	Local	Modelo	Nº de elementos	DN (mm)	Local	Modelo	Nº de elementos	DN (mm)	Local	Modelo	Nº de elementos	DN (mm)
Vest. Pn	Dhbal 45	1	PER12-8,40	Vest. Pn	Dhbal 45	1	PER12-8,40	Vest. Pn	Dhbal 45	1	PER12-8,40	Vest. Pn	Dhbal 45	1	PER12-8,40
1-1-2	Salón	1	PER12-8,40	1-1-2	Salón	1	PER12-8,40	1-1-2	Salón	1	PER12-8,40	1-1-2	Salón	1	PER12-8,40
2-1-3	Dorm.2	1	PER12-8,40	2-1-3	Dorm.2	1	PER12-8,40	2-1-3	Dorm.2	1	PER12-8,40	2-1-3	Dorm.2	1	PER12-8,40
3-1-4	Dorm.1	1	PER12-8,40	3-1-4	Dorm.1	1	PER12-8,40	3-1-4	Dorm.1	1	PER12-8,40	3-1-4	Dorm.1	1	PER12-8,40
4-1-5	Baño.1	1	PER12-8,40	4-1-5	Baño.1	1	PER12-8,40	4-1-5	Baño.1	1	PER12-8,40	4-1-5	Baño.1	1	PER12-8,40
5-1-6	Baño.2	1	PER12-8,40	5-1-6	Baño.2	1	PER12-8,40	5-1-6	Baño.2	1	PER12-8,40	5-1-6	Baño.2	1	PER12-8,40
6-1-7	Cocina	1	PER12-8,40	6-1-7	Cocina	1	PER12-8,40	6-1-7	Cocina	1	PER12-8,40	6-1-7	Cocina	1	PER12-8,40
7-1-8	Cocina	1	PER12-8,40	7-1-8	Cocina	1	PER12-8,40	7-1-8	Cocina	1	PER12-8,40	7-1-8	Cocina	1	PER12-8,40
8-1-9	Cocina	1	PER12-8,40	8-1-9	Cocina	1	PER12-8,40	8-1-9	Cocina	1	PER12-8,40	8-1-9	Cocina	1	PER12-8,40

Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TÉCNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

REALIZADO:

ARTEAGA JAUNSARÁS, INIGO

FIRMA:

FECHA:

21/06/2012

PLANO:

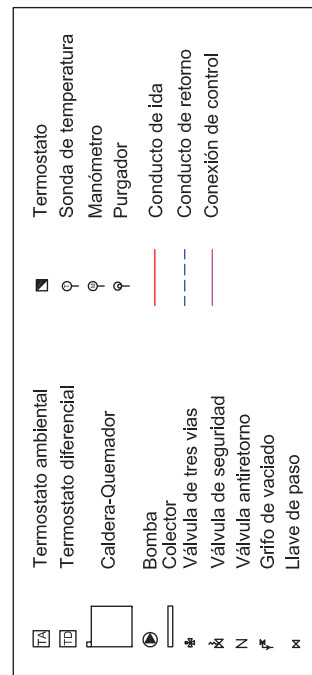
DISTRIBUCIÓN CALEFACCIÓN PLANTA PRIMERA

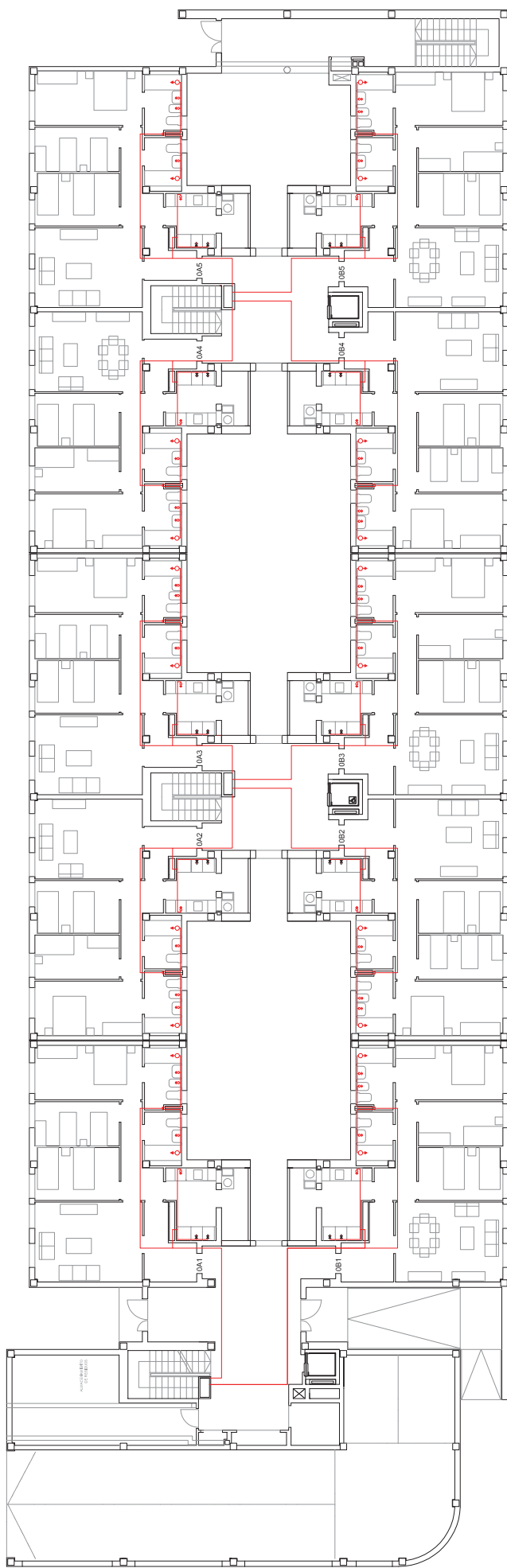
ESCALA:

1:200

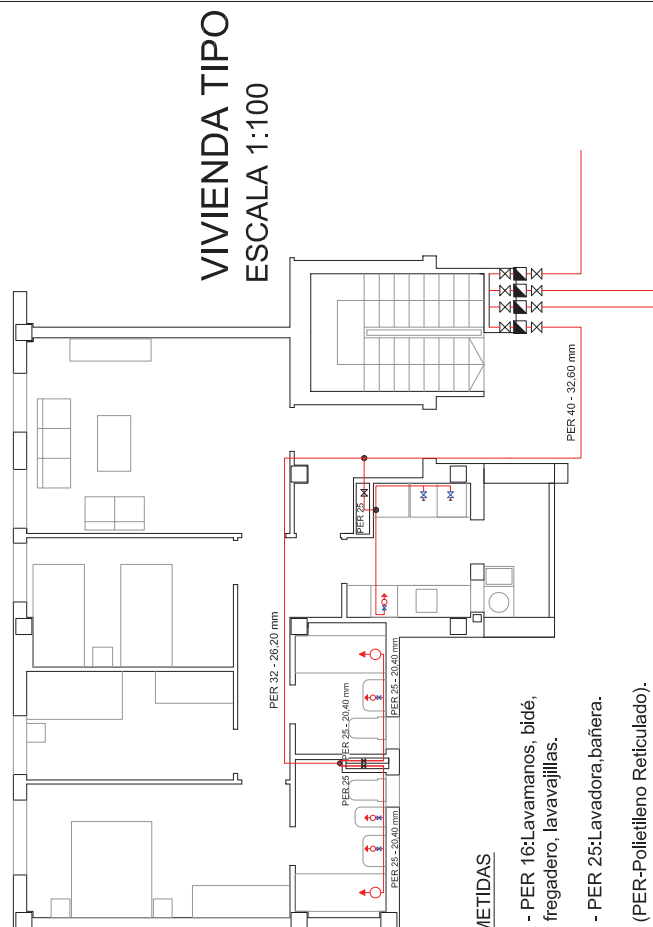
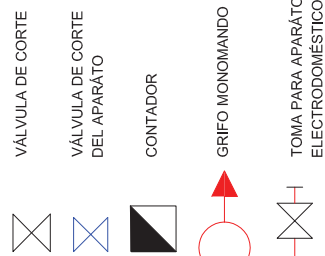
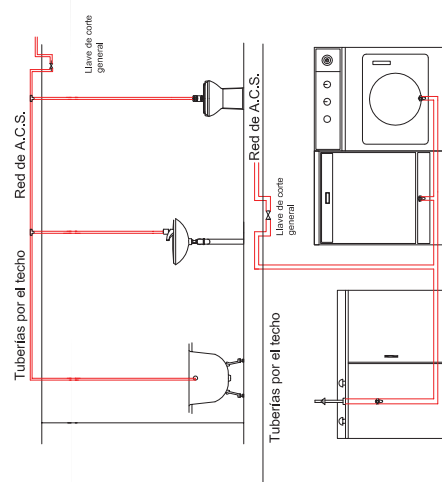
Nº PLANO:

9






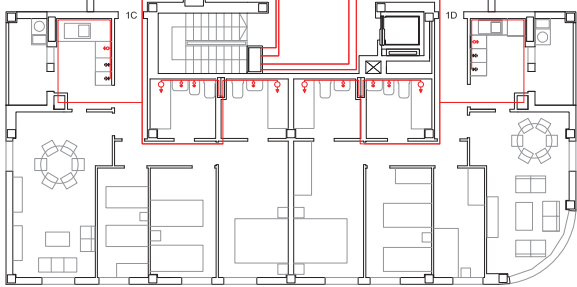
PLANTA BAJA (ACCESO)



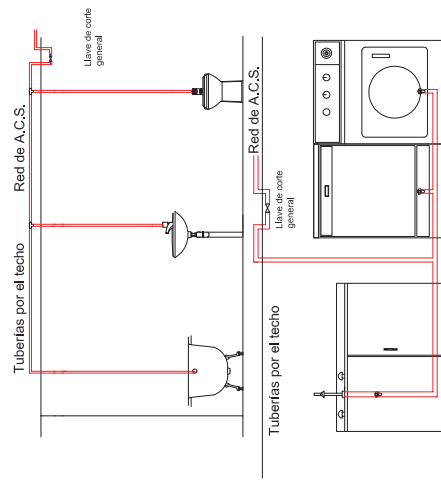
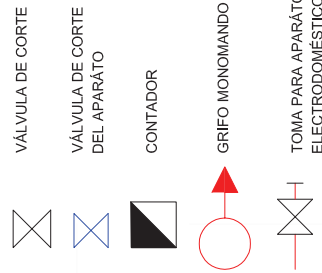
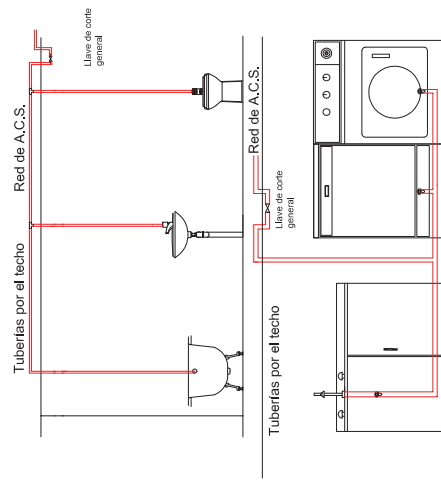
ACOMETIDAS

- PER 16: Lavamanos, bidé, fregadero, lavavajillas.
 - PER 25: Lavadora, bañera.
- (PER-Polietileno Reticulado).

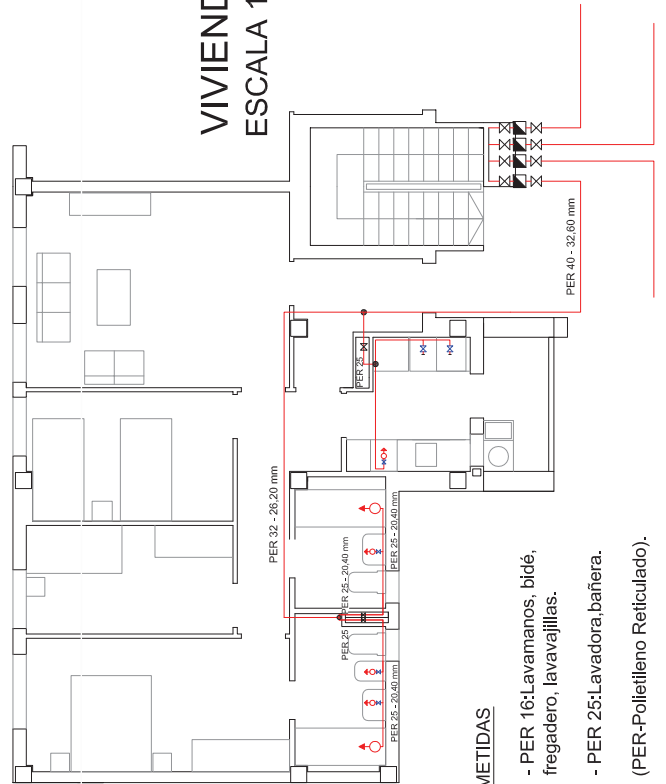
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO	TÉCNICO INDUSTRIAL M.			
PROYECTO: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TREINTA Y CUATRO VIVIENDAS EN PAMPLONA			REALIZADO: ARTEAGA JAUNSARÁS, INIGO		
			FIRMA:		
PLANO: DISTRIBUCIÓN ACS PLANTA BAJA			FECHA: 21/06/2012	ESCALA: 1:200	Nº PLANO: 12



PLANTA PRIMERA




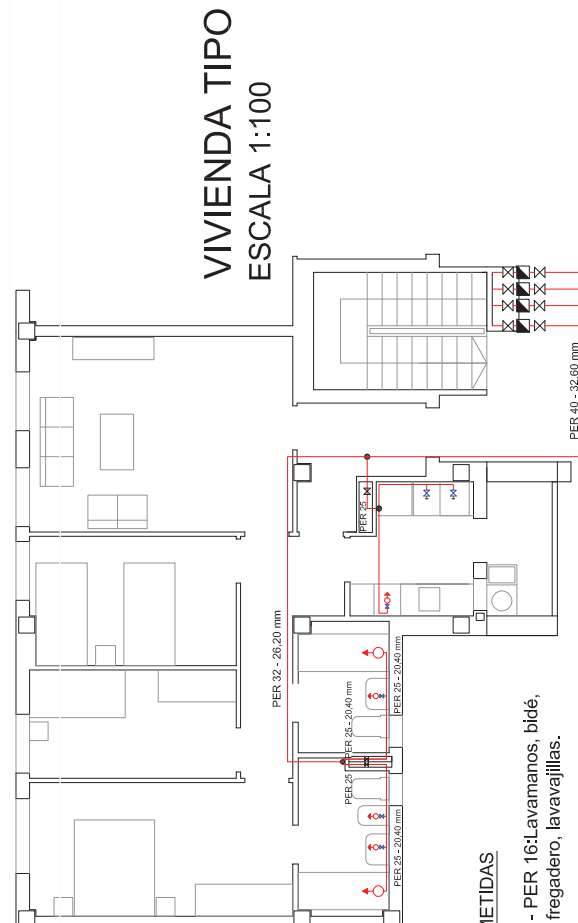
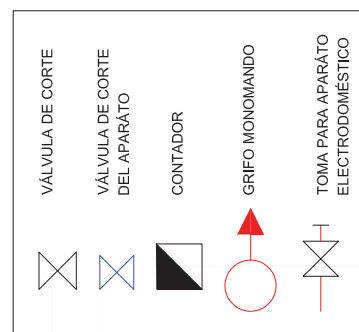
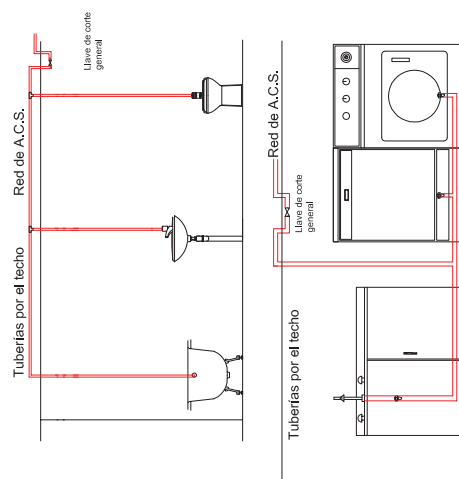
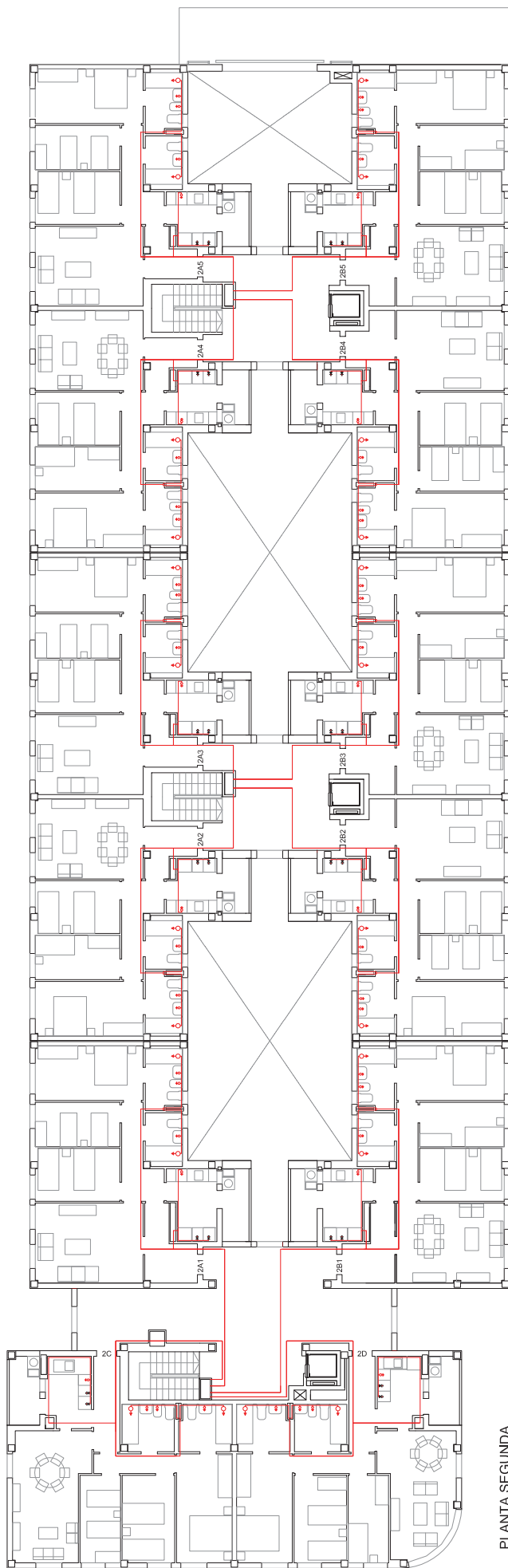
VIVIENDA TIPO ESCALA 1:100



ACOMETIDAS


- PER 16: Lavamanos, bidé, fregadero, lavavajillas.
- PER 25: Lavadora, bañera.
- (PER-Polietileno Reticulado).

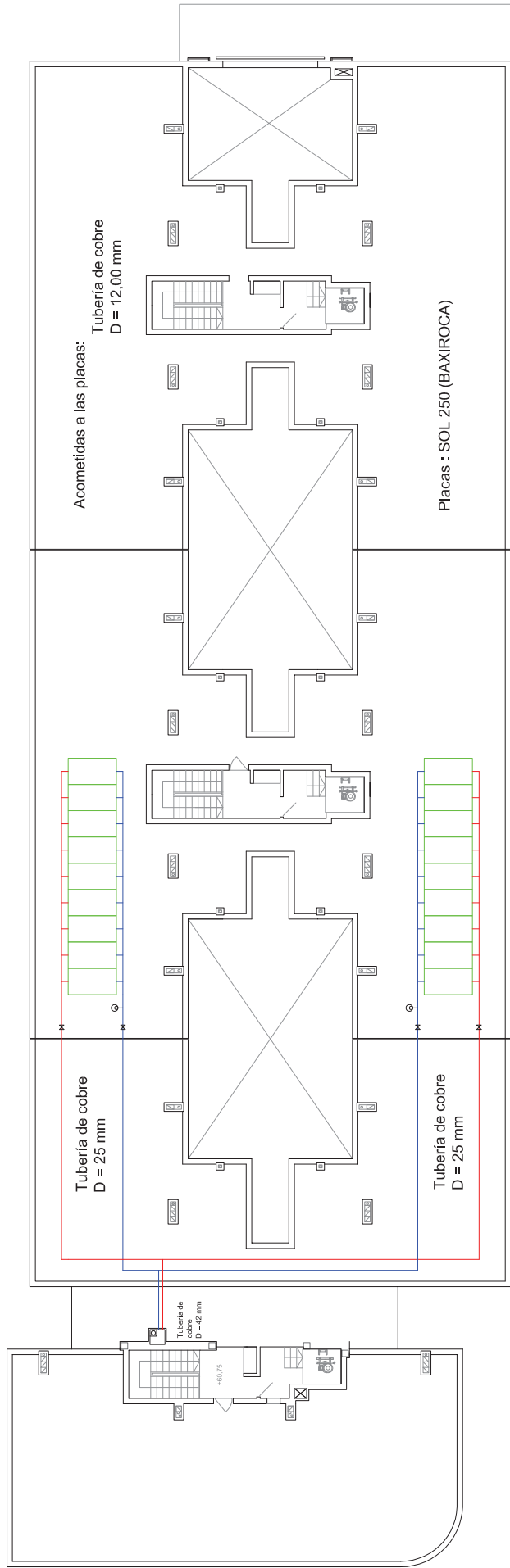
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TREINTA Y CUATRO VIVIENDAS EN PAMPLONA	REALIZADO: ARTEAGA JAUNSARAS, IÑIGO FIRMA: FECHA: 21/06/2012 Nº PLANO: 13
PLANO: DISTRIBUCIÓN ACS PLANTA PRIMERA		ESCALA: 1:200



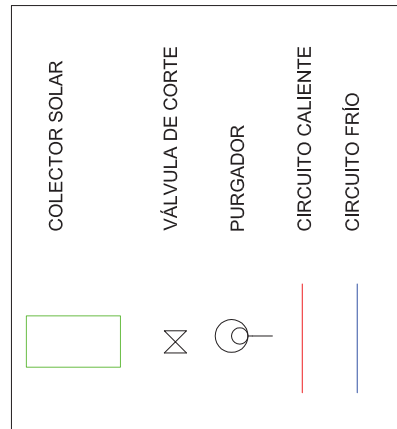
ACOMETIDAS


- PER 16: Lavamanos, bidé, fregadero, lavavajillas.
 - PER 25: Lavadora, bañera.
- (PER-Polietileno Reticulado).

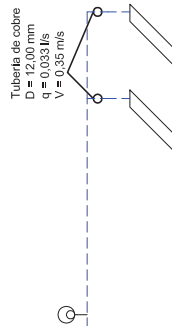
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.	
PROYECTO: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TREINTA Y CUATRO VIVIENDAS EN PAMPLONA		REALIZADO: ARTEAGA JAUNSARÁS, IÑIGO
		FIRMA:
PLANO: DISTRIBUCIÓN ACS PLANTA SEGUNDA	FECHA: 21/06/2012	ESCALA: 1:200
		N° PLANO: 14



PLANTA DE CUBIERTA

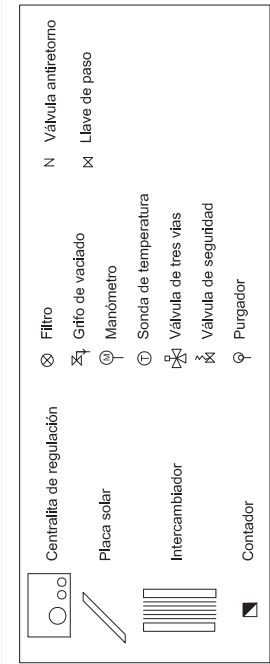
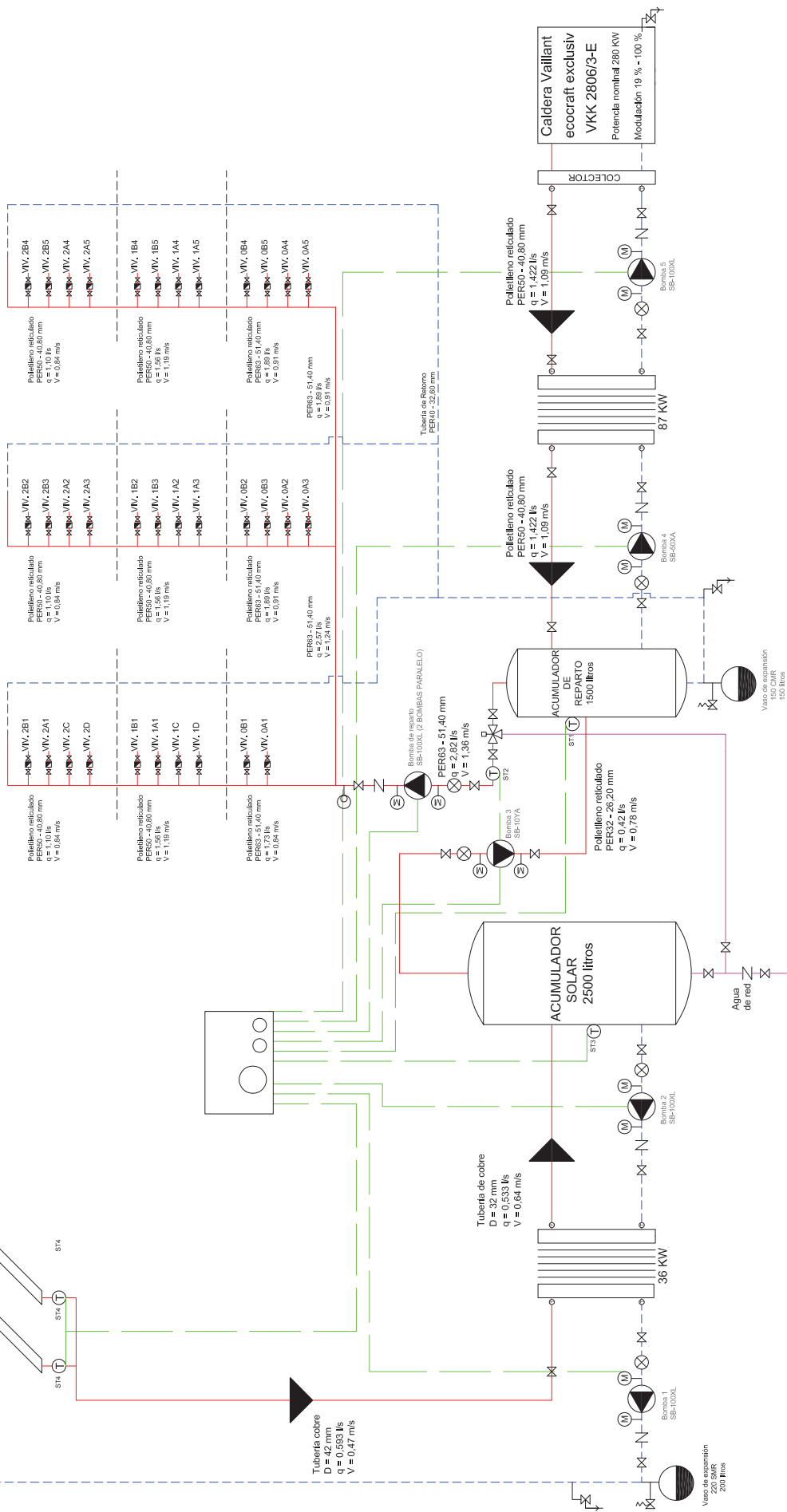


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.	REALIZADO:	ARTEAGA JAUNSARÁS, IÑIGO	
PROYECTO: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TREINTA Y CUATRO VIVIENDAS EN PAMPLONA		FIRMA:		
PLANO: UBICACIÓN DE LOS COLECTORES		FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
		21/06/2012	1:200	15



upna

Todos los derechos reservados
Eskubide guztiak erresaltatu dira



Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TREINTA Y CUATRO VIVIENDAS EN PAMPLONA	REALIZADO: ARTEAGA JAUNSARÁS, IÑIGO
PLANO: ESQUEMA DE ACS		FIRMA:
FECHA: 21/06/2012		ESCALA:
N°PLANO: 16		



Pamplona, Junio de 2012

Firmado:

Iñigo Arteaga Jaunsarás

(Ingeniero Técnico Industrial)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE
SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TREINTA Y CUATRO
VIVIENDAS EN PAMPLONA

4 PLIEGO DE CONDICIONES

Iñigo Arteaga Jaunsarás

Tutor: José Vicente Valdenebro García

Pamplona, Junio de 2012



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1 OBJETO DEL PRESENTE PLIEGO DE CONDICIONES.....	6
1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	6
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	6
1.4 NORMATIVA SEGUIDA EN LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	7
1.5 DISPOSICIONES APLICABLES.....	7
2. NORMAS GENERALES.....	8
2.1 CONDICIONES DE LOS MATERIALES.....	9
2.2 CONDICIONES DE LOS EQUIPOS.....	9
2.3 CONDICIONES ECONÓMICAS.....	10
2.4 CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	10
2.5 RESPONSABILIDADES LEGALES.....	11
3. MATERIALES QUE CONSTITUYEN LA INSTALACIÓN INTERIOR DE SUMINISTRO DE AGUA.....	11
3.1 DISPOSICIONES GENERALES.....	12
3.2 INSPECCIONES.....	12
3.3 PRUEBAS DE LAS INSTALACIONES.....	13
3.4 HOMOLOGACIÓN.....	14
4. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DE CALDERAS.....	14
4.1 CONDICIONES GENERALES.....	14
4.2 DOCUMENTACIÓN.....	14
4.3 ACCESORIOS.....	15
4.4 FUNCIONAMIENTO Y RENDIMIENTO.....	15



4.5 OTRAS EXIGENCIAS DE SEGURIDAD.....	15
4.6 APOYOS.....	16
4.7 ORIFICIOS.....	16
4.8 PRESIÓN DE PRUEBA.....	16
4.9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	16
5. QUEMADORES.....	17
5.1 CONDICIONES GENERALES.....	17
5.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	18
5.3 DOCUMENTACIÓN.....	18
5.4 ACOPLAMIENTO DE LA CALDERA.....	19
5.5 CONDICIONES DE MONTAJE.....	19
5.6 CONDICIONES DE SEGURIDAD.....	19
5.7 ELEMENTOS DE SEGURIDAD.....	20
6. CONDUCTOS DE EVACUACIÓN DE HUMOS.....	20
7. EQUIPOS DE REGULACIÓN Y CONTROL.....	20
8. TUBERÍAS.....	21
8.1 MATERIALES.....	21
8.2 CALIDADES.....	21
8.3 TENDIDO.....	21
8.3.1 NORMAS GENERALES.....	21
8.3.2 CURVAS.....	21
8.3.3 PENDIENTES.....	22
8.3.4 ANCLAJES Y SUSPENSIONES.....	22
8.3.5 PASO POR ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.....	23



8.3.6 UNIONES.....	23
8.3.7 DILATADORES.....	24
8.3.8 PURGAS.....	24
8.4 VÍNCULOS CON OTROS SERVICIOS.....	25
9. VALVULERÍA.....	25
9.1 GENERALIDADES.....	25
9.2 CARACTERÍSTICAS DEL MONTAJE.....	25
9.3 TIPOS DE VÁLVULAS Y SU FUNCIÓN.....	25
10. ACCESORIOS.....	26
11. BOMBAS DE CIRCULACIÓN.....	26
12. ALIMENTACIÓN Y VACIADO.....	27
13. VASOS DE EXPANSIÓN.....	27
14. EMISORES DE CALOR.....	28
15. AISLAMIENTO TÉRMICO.....	29
15.1 GENERALIDADES.....	29
15.2 MATERIALES.....	29
15.3 COLOCACIÓN.....	29
15.4 AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS.....	30
15.5 AISLAMIENTO DE CONDUCTOS.....	31
16. CAPTADORES SOLARES.....	31
16.1 CONDICIONES TÉCNICAS.....	31
16.2 CONDICIONES DE MONTAJE.....	32
17. ACUMULADOR.....	34
17.1 CONDICIONES TÉCNICAS.....	34



17.2 CONDICIONES DE MONTAJE.....	35
18. INTERCAMBIADOR DE CALOR.....	36
18.1 CONDICIONES TÉCNICAS.....	36
18.2 CONDICIONES DE MONTAJE.....	36
19. REQUISITOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN SOLAR.....	36
19.1 FLUIDO DE TRABAJO.....	36
19.2 PROTECCIÓN CONTRA HELADAS.....	37
19.2.1 GENERALIDADES.....	37
19.2.2 MEZCLAS ANTICONGELANTES.....	38
19.2.3 RECIRCULACIÓN DEL AGUA DEL CIRCUITO.....	38
19.2.4 DRENAJE AUTOMÁTICO CON RECUPERACIÓN DEL FLUIDO.....	38
19.3 SOBRECALENTAMIENTOS.....	39
19.3.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECALENTAMIENTOS.....	39
19.3.2 PROTECCIÓN CONTRA QUEMADURAS.....	39
19.3.3 PROTECCIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES CONTRA ALTAS TEMPERATURAS.....	39
19.3.4 RESISTENCIA A LA PRESIÓN.....	39
19.3.5 PREVENCIÓN DEL FLUJO INVERSO.....	40
19.3.6 PREVENCIÓN DE LA LEGIONELOSIS.....	40
20. PRUEBAS DE LA INSTALACIÓN.....	40
20.1 GENERALIDADES.....	40
20.2 PRUEBAS PARCIALES.....	40
20.3 PRUEBAS FINALES.....	41
20.4 PRUEBAS ESPECÍFICAS.....	41



20.4.1 RENDIMIENTO DE LA CALDERA.....	41
20.4.2 MOTORES ELÉCTRICOS.....	41
20.4.3 OTROS EQUIPOS.....	41
20.4.4 SEGURIDAD.....	41
20.5 PRUEBAS GLOBALES.....	41
20.5.1 COMPROBACIÓN DE MATERIALES, EQUIPOS Y EJECUCIÓN.....	41
20.5.2 PRUEBAS HIDRÁULICAS.....	42
20.5.3 PRUEBAS DE LIBRE DILATACIÓN.....	42
20.5.4 PRUEBAS DE CONDUCTOS.....	42
20.5.5 PRUEBAS DE PRESTACIONES TÉCNICAS.....	42
20.5.6 OTRAS PRUEBAS.....	43
21. RECEPCIÓN DE INSTALACIÓN.....	43
21.1 RECEPCIÓN PROVINCIAL.....	43
21.2 RESPONSABILIDADES.....	44
21.3 RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	44
22. CONDICIONES DE COMPRA.....	44
22.1 PLAZO DE ENTREGA.....	44
22.2 CONDICIONES DE PAGO.....	44
22.3 PLAZO DE VALIDEZ DE LA OFERTA.....	44
23. GARANTÍA.....	45
23.1 GARANTÍA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.....	45



1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETO DEL PRESENTE PLIEGO DE CONDICIONES

El objeto del presente proyecto es el establecimiento de las condiciones necesarias para la correcta contratación y ejecución de las obras a las que se refiere este proyecto, es decir, la instalación de calefacción y agua caliente sanitaria para un edificio de trece viviendas con una planta bajo rasante en la que se encuentran el garaje y trasteros. El edificio se sitúa en Pamplona, Navarra, en el barrio de Lezkairu entre las calles Bardenas Reales y Cataluña. .

1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente pliego de condiciones es de aplicación al suministro y ejecución de todas y cada una de las piezas y/o unidades de las que se componga la instalación de calefacción y ACS solar con apoyo auxiliar de caldera de gas.

Se indican en el presente pliego los certificados oficiales exigibles previo al suministro y por tanto colocación de los materiales, así como los ensayos oficiales o pruebas que la dirección facultativa de la obra estime oportuno realizar con o sobre los materiales suministrados, para comprobar que la calidad de los mismos corresponde con las certificaciones aportadas por el fabricante en función de las exigidas.

Recoge también las certificaciones a realizar referentes al funcionamiento de la instalación con los resultados consignados en acta firmada por el director facultativo de la obra, requisito previo a la recepción provisional y liquidación de la obra.

Los gastos de toda índole originados por la realización de ensayos, pruebas, etc., serán a cargo del contratista hasta la cuantía correspondiente al 1 % del presupuesto ya incluido.

Se entiende que el contratista conoce y acepta en su totalidad el presente pliego de condiciones antes de empezar la obra.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se trata del proyecto de una instalación de calefacción y ACS solar con apoyo auxiliar de caldera de gas en un edificio de 34 viviendas situado en Pamplona.

En la parte del proyecto de calefacción, el fluido de trabajo es agua, cuyo calentamiento se realiza mediante la combustión de gas natural en una caldera central en la sala de calderas. El sistema de distribución de esta instalación es el sistema bitubular con retorno directo, en el que el agua saliente de los radiadores se recoge en una red paralela para ser reconducida a la caldera. La instalación está calculada para proporcionar una temperatura de confort de 20 °C.

La producción de ACS se realiza mediante colectores solares de placa plana situados en la cubierta del edificio y orientados hacia el sur e inclinados 45° respecto a la



horizontal. La instalación tiene el apoyo de la caldera central para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria. La potencia de la caldera se calcula de tal forma que sea capaz de suministrar el 100 % de la demanda de ACS en caso de que el sistema solar falle o no sea capaz por si mismo de suministrar toda la energía necesaria para cubrir las necesidades de ACS. La distribución del agua se realiza por medio de una tubería de ida y otra de retorno de manera que el agua circule constantemente y así mantener su temperatura.

1.4 NORMATIVA SEGUIDA EN LA REALIZACIÓN DEL PRYECTO

La normativa seguida para la realización de este proyecto de diseño y cálculo de una instalación e calefacción y agua caliente sanitaria es la siguiente:

- a) Real Decreto 1027/2007, del 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- b) Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE).
- c) Código Técnico de la Edificación (CTE): Documento Básico HE, Ahorro de energía.
- d) Código Técnico de la Edificación (CTE): Documento Básico HS, Salubridad.
- e) Orden del Ministerio de obras Públicas y Urbanismo y Ministerio de Industria y Energía del 16 de Julio de 1981, por el que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias IT.IC. con arreglo a lo dispuesto en el Reglamento anterior (B.O.E del 13 de Agosto de 1981).
- f) Real decreto 865/2003, del 4 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénicos-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- g) Orden del 9 de Diciembre de 1975 por la que se aprueban las Normas Básicas para las Instalaciones Interiores de Suministro de Agua.
- h) Normas UNE.

1.5 DISPOSICIONES APLICABLES

Además de la disposiciones contenidas en este pliego, se aplicarán las siguientes en la realización de las obras a las que se refiere el presente proyecto:

- a) Pliego de condiciones Económico-Administrativo en el que se establezca la contratación de este proyecto.
- b) Los reglamentos, instrucciones y normas citadas en las diferentes partes de este proyecto.
- c) Las disposiciones legales vigentes sobre higiene y seguridad en el trabajo.



El contratista estará obligado a cumplir cuantas leyes, disposiciones, estatutos, etc. que rigen relaciones entre patronos y obreros, en vigor o que se dicten en adelante.

El contratista está obligado igualmente al cumplimiento de toda la legislación vigente sobre protección de la industria nacional, y fomento de consumo de artículos nacionales, a menos que por las características exigidas no existan elementos de fabricación nacional.

2. NORMAS GENERALES

Estas son las normas generales de ejecución, las cuales son de obligado cumplimiento:

- a) El presente documento forma parte de la documentación del proyecto que se cita, y se utilizará en las obras para la realización del mismo.
- b) Las dudas que se planteasen, así como cualquier variación que se pretendiera ejecutar sobre la obra proyectada deberá ser propuesta en conocimiento del Ingeniero Director de la Obra.
- c) La contrata debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas y realizará todos los trabajos de acuerdo a las condiciones exigidas.
- d) Cuando el Ingeniero Director de la obra advierta defectos en los trabajos ejecutados, en los materiales, o que los aparatos colocados no reúnan las condiciones convenidas, antes de verificarse la recepción definitiva de la obra podrá disponer que la parte defectuosa sea demolida y reconstruida de acuerdo con lo contratado.
- e) En cualquiera de los casos enunciados anteriormente, los gastos de demolición, reconstrucción y reinstalación que se ocasionen, serán por cuenta de la contrata, siempre que los defectos o incumplimiento de lo contratado exista realmente.
- f) No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos, sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director de la obra.
- g) Cuando los aparatos y materiales no fueran de la calidad requerida en el proyecto, el contratista deberá reemplazarlos por otros que se ajusten a las condiciones señaladas.
- h) Serán cuenta y riesgo de la contrata, grúas, máquinas y demás medios auxiliares para la marcha y ejecución de los trabajos, no cabiendo, por tanto, al Propietario, responsabilidad alguna por avería o por accidente personal que pudiera ocurrir.



2.1 CONDICIONES DE LOS MATERIALES

No se instalará ningún material sin la expresa aprobación del Ingeniero Director de la obra.

Todos los materiales empleados, estén o no mencionados en este pliego, han de ser de primera calidad, y encontrarse en perfecto estado, no admitiéndose la colocación de materiales utilizados.

Todos los trabajos realizados y los materiales empleados cumplirán la “Resolución general de instrucción para la construcción”, del 31-10-1966.

El contratista deberá disponer de la maquinaria y herramienta necesarias para llevar a cabo la obra en las condiciones adecuadas, con cumplimiento de las normas generales y en el tiempo señalado.

Una vez adjudicada definitivamente la obra, el contratista deberá presentar ante la dirección facultativa, los prototipos de los materiales a instalar, acompañando a los mismos los certificados oficiales que se exigen en este pliego, así como los catálogos, etc., que se crean precisos.

Con los prototipos presentados podrán realizarse cuantos ensayos se estimen oportunos, incluso los destructivos y los oficiales en los laboratorios, siendo los gastos ocasionados por cuenta del contratista, debiendo para ello presupuestar una partida del 1 % del total del presupuesto para estos gastos.

La aprobación de los prototipos no presupone una recepción de ningún tipo, pudiendo rechazarse cualquier material incluso después de colocado si no cumple con las exigencias de este pliego de condiciones.

2.2 CONDICIONES DE LOS EQUIPOS

Las tuberías para calefacción y ACS serán de polietileno reticulado (PER). Y las del circuito solar serán de cobre. Las uniones serán soldadas.

No se admitirán de ningún modo y bajo ningún concepto el uso de piezas o elementos de segunda mano.

Todos aquellos casos en los que sea posible, los materiales deben disponer del sello AENOR, que asegura el cumplimiento de las normas UNE.

El rendimiento de la caldera deberá ser igual o superior al indicado en las instrucciones técnicas IT.IC.04.

La bomba de recirculación incorporada en la caldera cumplirá con las instrucciones técnicas IT.IC.16.



Se tendrá en cuenta, cuando sea posible, las condiciones que respecto a materiales y equipo figuren en el proyecto.

2.3 CONDICIONES ECONÓMICAS

Se establece que la contrata debe percibir el importe de los trabajos efectuados, siempre que estos de hayan realizado de acuerdo al proyecto

Los precios de unidades de obra, así como de materiales o mano de obra, serán presentados descompuestos, siendo necesaria la presentación y aprobación de estos precios antes de proceder a la ejecución.

La contrata debe percibir el importe de todas aquellas unidades de obra que haya ejecutado, con arreglo a los documentos del proyecto.

La contrata no tendrá derecho a indemnización por causa de pérdidas o averías. Si que tendrá ese derecho en los casos de fuerza mayor. Estos casos serán:

- a) Los incendios causados por la electricidad atmosférica.
- b) Daños producidos por terremotos o maremotos.
- c) Los producidos por vientos huracanados y crecidas de ríos, superiores a las que se han de prever en el país, y siempre que la contrata haya tomado las medidas posibles, dentro del terreno en el que estén las obras.
- d) Los destrozos ocasionados a mano armada en tiempos de guerra, por movimientos sediciosos, populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá únicamente al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o a materiales acopiados a pie de obra; y en ningún caso, comprenderán medios auxiliares, maquinaria, etc., propiedad de la contrata.

La contrata está obligada a asegurar la obra durante el tiempo que dure la ejecución, hasta la recepción definitiva. Los riesgos y condiciones del seguro, se pondrán en conocimiento del propietario antes de contratarlo.

2.4 CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

La contrata es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto.

Se consideran causas suficientes de rescisión del contrato, las que a continuación se señalan:

- a) La quiebra de la contrata.



- b) Las alteraciones del proyecto por las siguientes causas:

Modificaciones fundamentales del proyecto. En cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto sea más o menos el 25 % de unidades del proyecto modificado.

Si la variación de alguna de las unidades de obra varían en más o menos el 40 %.

- c) El no dar comienzo la contrata a los trabajos, dentro del plazo señalado en las condiciones peculiares del proyecto.
- d) El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
- e) La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a esta.
- f) El abandono de la obra sin causa justificada.

2.5 RESPONSABILIDADES LEGALES

La empresa instaladora tiene la responsabilidad de ejecutar correctamente el montaje de la instalación, siguiendo siempre las directrices y normas del Ingeniero Director de la obra, no pudiendo sin autorización variar trazados, cambiar materiales o introducir modificaciones al proyecto de la instalación en su conjunto y en especial a su Pliego de Condiciones.

La empresa Mantenedora-Reparadora es responsable de que el mantenimiento de la instalación sea el adecuado para garantizar el uso racional de la energía así como de salvaguardar la duración del servicio y de la instalación, pudiendo modificar, si lo cree oportuno, las instrucciones de manejo de la misma, respetando en cualquier caso los mínimos indicados en la Instrucción Técnica IT.IC.23, en relación al proyecto de ejecución. Especialmente es responsable de todo cuanto se derive en su titularidad, en su caso, del libro de mantenimiento.

El titular del libro de Mantenimiento es el responsable de las indicaciones y operaciones de mantenimiento visadas en dicho libro. El Ministerio de Industria y Energía podrá suspender temporalmente por un plazo máximo de tres meses la calificación personal o el carné profesional, previa comunicación a su titular, cuando juzgue que se haya incurrido en incumplimiento grave de las Instrucciones del Reglamento que le afecten.

3. MATERIALES QUE CONSTITUYEN LA INSTALACIÓN INTERIOR DE SUMINISTRO DE AGUA

Los materiales empleados en tuberías y griferías de las instalaciones interiores, deberán ser capaces de forma general y como mínimo para una presión de trabajo de 15 Kg/cm², en previsión de la resistencia necesaria para poder soportar la de servicio y los golpes de ariete provocados por el cierre de los grifos. Deberán ser resistentes a la

corrosión y totalmente estables con el tiempo en sus propiedades físicas (resistencia, rugosidad, etc.).

En caso de sustancias plásticas deberán tomarse las precauciones oportunas para que tales tuberías queden fuera de la acción del agua caliente.

Las llaves empleadas en las instalaciones deberán ser totalmente abiertas. Se clasifican en dos tipos:

- a) Llaves de asiento inclinado y de compuerta. Todas aquellas que estando totalmente abiertas, produzcan unas pérdidas de presión menor que una longitud de tubería de su mismo diámetro y paredes lisas igual a 50 veces dicho diámetro.
- b) Llaves de asiento paralelo. Todas aquellas que producen una pérdida de presión mayor que la indicada anteriormente. En ningún caso se admitirán llaves cuya pérdida de presión sea superior a la de una longitud de tubería de su mismo diámetro y paredes lisas a 600 veces dicho diámetro.

3.1 DISPOSICIONES GENERALES

Se prohíbe la instalación de cualquier tipo de aparatos o dispositivos que por su constitución o modalidad de instalación, hagan posible la introducción de cualquier fluido en las instalaciones interiores o el retorno, voluntario o fortuito, del agua de salida de dichas instalaciones.

Se prohíbe el empalme directo de la instalación de agua a una conducción de evacuación de aguas utilizadas.

Se prohíbe establecer uniones entre las conducciones interiores empalmadas a las redes de distribución pública y otras instalaciones.

En las bañeras, lavabos, bidés, fregaderas y en general, todos los recipientes y aparatos que de forma usual se alimentan directamente de la distribución del agua, el nivel inferior de la llegada del agua debe verter libremente como mínimo a 20 mm por encima del borde superior del recipiente o por lo menos del nivel máximo del aliviadero.

Se prohíbe la llamada alimentación por bajo, es decir, la entrada del agua por la parte inferior del recipiente.

Se prohíbe tirar o dejar caer en recipiente cualquier extremidad libre de las prolongaciones, flexibles o rígidas, empalmadas a la distribución pública.

3.2 INSPECCIONES

Antes de iniciarse el funcionamiento de las instalaciones, la empresa o personas instaladoras están obligadas a realizar las pruebas de resistencia mecánica y de



estanqueidad previstas en el capítulo 6º de las Normas Básicas y deberán dar cuenta de ello a la Delegación del Ministerio de Industria.

Si la Delegación Provincial considera que no es necesaria su presencia en dichas pruebas, facultará al instalador para que, con el usuario o propietario, las realice. Una vez efectuadas las pruebas previstas, con o sin representantes de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria, se procederá a levantar un certificado de resultado que debe estar suscrito, al menos, por el usuario o propietario y la empresa instaladora. Una copia de este certificado se envía posteriormente a la ya nombrada Delegación Provincial del Ministerio de Industria.

Se entiende que las instalaciones tienen la aprobación de funcionamiento de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria si, transcurridos treinta días desde el envío de la copia de certificado, está no manifiesta ninguna objeción al respecto.

Los servicios técnicos de la Delegación Provincial podrán realizar en las inspecciones las pruebas reglamentarias y efectuar las inspecciones, supervisiones y comprobaciones que se consideren necesarias para asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones objeto de las Normas Básicas.

3.3 PRUEBAS DE LAS INSTALACIONES

Todos los elementos y accesorios que integren las instalaciones serán objeto de las pruebas reglamentarias.

Antes de proceder al empotramiento de las tuberías, las empresas instaladoras serán obligadas a efectuar la prueba de resistencia mecánica de estanqueidad. Dicha prueba se efectuará con presión hidráulica. Deben someterse a esta prueba todas las tuberías, elementos y accesorios que integren la instalación.

Dicha prueba se llevará a cabo a 20 Kg/cm², para iniciar la prueba se llenará de agua toda la instalación, manteniendo abiertos los grifos terminales hasta que se tenga la seguridad de que la purga ha sido completa y no queda nada en el aire. En ese momento se cierran los grifos que no han servido de purga y el de la fuente de alimentación. A continuación se emplea la bomba que ha sido previamente conectada, y se mantiene su funcionamiento hasta alcanzar la presión de prueba.

Una vez conseguida esta presión, se cierra la llave de paso se la bomba y se procede a reconocer toda la instalación para asegurarse de que no existe pérdida. A continuación se disminuye la presión hasta llegar a la de servicio, con un mínimo de 6 Kg/cm² y se mantiene esta presión durante 15 minutos. Se dará por buena la instalación si durante este tiempo de lectura del manómetro, la presión ha permanecido constante, debiendo apreciar el manómetro con claridad hasta décimas de Kg/cm².

Las presiones aludidas en la explicación de la prueba descrita se refieren a nivel de calzada.

3.4 HOMOLOGACIÓN

Todos los materiales, accesorios y elementos de las instalaciones deberán estar homologados oficialmente. Las dudas y discrepancias que puedan surgir serán resueltas por las Delegaciones Provinciales del Ministerio de la Industria.

4. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DE CALDERAS

4.1 CONDICIONES GENERALES

Los equipos de producción de calor serán de un tipo registrado por el Ministerio de Industria y Energía, y dispondrán de la etiqueta de Identificación energética en la que se especifique el nombre del fabricante y del importador, en su caso, marca, modelo, tipo, número de fabricación, potencia nominal, combustibles admisibles y rendimiento energético de cada uno de ellos. Estos datos estarán escritos en castellanos y en caracteres indelebles.

Los aparatos de calefacción deben estar provistos de un número suficiente de aberturas, fácilmente accesibles, para su limpieza y control.

Todas las calderas dispondrán de orificio con mirilla u otro dispositivo que permita observar libremente, conservando la estanqueidad sin producir ruidos.

Se podrán realizar con facilidad in situ, las operaciones de limpieza y mantenimiento de cada una de las partes.

4.2 DOCUMENTACIÓN

El fabricante de la caldera deberá suministrar en la documentación de la misma, como mínimo los siguientes datos:

- a) Curvas de potencia-rendimiento para valores comprendidos, al menos entre el 50% y 120% de la potencia nominal para cada uno de los combustibles permitidos, especificando la norma con la que se ha hecho el ensayo.
- b) Utilización de caldera (agua sobrecalentada, agua caliente, vapor, vapor a baja presión), con indicación de la temperatura nominal de la salida del agua o de la presión del vapor.
- c) Características del fluido portador de alimentación de la instalación.
- d) Capacidad del fluido portador que debe pasar por la caldera.
- e) Caudal mínimo del fluido portador que debe pasar por la caldera.
- f) Dimensiones exteriores máximas de la caldera y cotas de situación de los elementos que han de unir a otras partes de la instalación (salida de humo, salida de vapor o agua, entrada de agua, etc.), y la bancada de la misma.



- g) Dimensiones de bancada.
- h) Pasos en transporte y en funcionamiento.
- i) Instrucciones de instalación, limpieza y mantenimiento.
- j) Curvas de potencia-tiro necesarias en la caja de humos para las mismas condiciones del punto “a”.

4.3 ACCESORIOS

Independientemente de las exigencias determinadas por el reglamento de aparatos a presión u otros que les afecten, con toda caldera deberá incluirse:

- a) Utensilios necesarios para la limpieza y conducción del fuego.
- b) Aparatos de medida: termómetros e hidrómetros en las calderas de agua caliente.

Los termómetros medirán la temperatura del fluido portador en un lugar próximo a la salida por medio de un bulbo que, con su correspondiente vaina de protección, penetre en el interior de la caldera. No se admiten los termómetros de contacto.

Los aparatos de medida irán colocados en un lugar fácilmente visible para el mantenimiento y recambio, con las escalas adecuadas a la instalación.

4.4 FUNCIONAMIENTO Y RENDIMIENTO

El rendimiento del conjunto caldera-quemador, será como mínimo del 75%, según lo indicado en la Instrucción Técnica IT.IC.04.

Funcionamiento a régimen normal, con la caldera limpia, la temperatura de humos media a la salida de la caldera, no será superior a 240 °C, salvo que el fabricante especifique en la placa de la caldera, una temperatura superior, estudiándose que con esta temperatura se sigue manteniendo los rendimientos mínimos exigidos.

4.5 OTRAS EXIGENCIAS DE SEGURIDAD

Para evitar en caso de avería el retorno de llama y las proyecciones de agua caliente sobre el personal de servicio, deberá cumplirse:

- a) En la caldera, los orificios de los hogares de las cajas de tubos y de las cajas de humos, deberán estar provistos de cierres sólidos.
- b) El ajuste de los registros, puertas, etc., deberá estar hecho de forma que se eviten todas las entradas de aire imprevistas que puedan perjudicar el funcionamiento y rendimiento de la misma. En las calderas de hogar

presurizado, los cierres impedirán la salida al exterior de la caldera, de los gases de combustión.

- c) El registro de humos no podrá cerrarse por completo si no tiene un dispositivo de barrido de gases, previo a la puesta en marcha.

4.6 APOYOS

La caldera estará colocada en su posición definitiva, sobre una base incombustible que no se altere a la temperatura que normalmente vaya a soportar.

No estará colocada sobre tierra, sino sobre una cimentación adecuada o sobre la pared por medio de soportes resistentes a su paso.

4.7 ORIFICIOS

Tendrá los orificios necesarios para poder montar al menos los siguientes elementos:

- a) Vaciado de caldera.
- b) Válvula de seguridad y dispositivo de expansión.
- c) Termómetro.
- d) Termostato de funcionamiento y seguridad.

4.8 PRESIÓN DE PRUEBA

Las calderas deben soportar sin que se aprecien roturas, deformaciones, exudaciones o fugas, una presión hidrostática interior de prueba igual a una vez y media la presión máxima que han de soportar en funcionamiento, con un máximo de 400 KPa.

4.9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

La caldera constará de las siguientes especificaciones técnicas:

- a) Todos los aparatos vendrán acreditados por las correspondientes placas de homologación y aprobación del Ministerio de Industria.
- b) Caldera para instalaciones centrales de calefacción conjuntamente con agua caliente sanitaria modelo ecoCRAFT-exclusiv VKK2806/3-E con una potencia útil de 280 KW.

Las características de este modelo de caldera son las siguientes:

- Panel de control.



- Quemador.
- Presostatos.
- Sensor de presión de agua.
- Electrónica con sistema Pro E.
- Sistema Aqua Kondens System.
- Sistemas de contabilización uniSAT.
- Sistemas Vaillant Comfort Safe.
- Bajas emisiones de NOx.
- Cámara estanca.
- Tiro forzado.
- Posibilidad de instalación en cascada.
- Puede dar servicio tanto de calefacción como ACS.
- Importantes ahorros de energía gracias a su temperatura de funcionamiento, se gestiona a través de los sistemas de Termorregulación eBus y utilizando el rango de modulación de la caldera.
- Temperatura de funcionamiento desde 35 °C hasta 85 °C.
- Amplio rango de modulación → 17 % al 100 %.
- Alta potencia, ligero peso y compactas dimensiones: 280 KW en poco más de 1 m².

5. QUEMADORES

El modelo de quemador utilizado en los cálculos y definición del presente proyecto de calefacción y ACS es el que incluye el fabricante en la caldera elegida. No obstante, el quemador utilizado en última estancia deberá cumplir los siguientes requisitos.

5.1 CONDICIONES GENERALES

El quemador deberá ser de un modelo homologado por el Ministerio de Industria y Energías y dispondrá de una etiqueta de identificación energética en la que se especifique en castellano y en caracteres indelebiles los siguientes datos:



- a) Nombre del fabricante o importador en su caso.
- b) Marca, modelo y tipo de quemador.
- c) Tipo de combustible.
- d) Valores límites del gasto horario.
- e) Potencias nominales para los valores anteriores el gasto.
- f) Presión de alimentación del combustible del quemador.
- g) Tensión de alimentación.
- h) Potencia del motor eléctrico.
- i) Nivel máximo de potencia acústica ponderado A, LWA, en decibelios, determinado según UNE 74105.
- j) Dimensiones y peso.

Toda la información deberá ir expresada en unidades del Sistema Internacional.

Todas las piezas y uniones del quemador serán perfectamente estancas.

5.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Los dispositivos eléctricos del quemador estarán protegidos para soportar, sin perjuicio, las temperaturas a las que van a estar sometidos.

En ningún caso, se instalarán conductores de sección inferior a 1 mm².

Los fusibles de todos los elementos de control, cuando estos sean eléctricos, estarán colocados en el cuadro general de la instalación, sin que el fallo de uno de los fusibles o automáticos de los otros elementos, puedan afectar al funcionamiento de estos controles.

En caso de corte de energía eléctrica, los controles mencionados tomarán la posición que proporcione la máxima seguridad.

5.3 DOCUMENTACIÓN

El fabricante debe suministrar los siguientes datos:

- a) Dimensiones y características generales.
- b) Características técnicas de cada uno de los elementos.
- c) Esquema eléctrico y conexionado.



- d) Instrucciones de montaje.
- e) Instrucciones de puesta en marcha, regulación y mantenimiento.

5.4 ACOPLAMIENTO DE LA CALDERA

La potencia del quemador según datos suministrados por el fabricante, estará de acuerdo con la potencia y características de la caldera, con el fin de que el conjunto caldera-quemador, cumpla las exigencias de rendimiento establecidas en IT.IC.04.

El combustible deberá quemarse en suspensión, sin que las partes de la caldera reciban partículas de él, que no estén quemadas. La junta de unión caldera-quemador tendrá la suficiente estanqueidad para impedir fugas en la combustión.

Cuando las calderas empleen combustibles gaseosos, líquidos o carbón pulverizado, los dardos de las llamas no deberán llegar a estar en contacto con las planchas de las mismas.

Si esto no es posible porque los mecheros lanzan llamas sobre la superficie de la caldera, se protegerán las planchas expuestas al golpe de fuego con muertas de material refractario.

Este control de seguridad será independiente de otros controles de funcionamiento que pueda tener el quemador.

Los elementos sensibles del quemador que constituyen el control anteriormente citado, estarán situados en el interior de la caldera.

5.5 CONDICIONES DE MONTAJE

El quemador se montará perfectamente alineado con la caldera y sujetado rígidamente a la misma o una base soporte.

Su funcionamiento, será silencioso y no transmitirá vibraciones ni ruidos a la instalación o al suelo, y a través de él, al resto de edificación.

Será fácilmente accesible por todas las partes que requieren de limpieza, mantenimiento o ajuste.

5.6 CONDICIONES DE SEGURIDAD

Para quemadores con potencia inferior a 350 KW, se instalará un dispositivo que impida que siga saliendo combustible, cuando hayan transcurrido, como máximo, diez segundos sin que se haya producido ignición. Este control será independiente de los demás.

Cuando el quemador no funcione, se cortará la circulación del aire a través del hogar.

El quemador no podrá funcionar, ni impulsar combustible por él cuando el conducto esté acoplado incorrectamente a la caldera.

5.7 ELEMENTOS DE SEGURIDAD

Cuando exista impulsión del aire de combustión, lo que será obligatorio para quemadores con potencia superior a 80 KW, es que el quemador principal no podrá funcionar si el ventilador esta fuera de servicio.

6. CONDUCTOS DE EVACUACIÓN DE HUMOS

La concepción y dimensiones de la chimenea serán tales que sean suficientes para crear la depresión indicada por el fabricante de la caldera, evacuando los gases a las velocidades señaladas en la Instrucción Técnica IT 1.3.4.3. Chimeneas del RITE.

El conducto de humos será estanco y de materiales resistentes a los humos, al calor y a las posibles corrosiones ácidas que se pudieran formar.

Las bocas de las chimeneas estarán situadas por lo menos a 1 m por encima de las lumbreras de los tejados, muro o cualquier otro obstáculo o estructura distante menos de 10 m.

Cuando la chimenea sea exterior al edificio o esté adosada a él, las pérdidas de calor por la superficie de la misma no serán superiores a 2 W/m²C para combustibles gaseosos.

La sección de los conductos de humos en su recorrido, estará calculada de acuerdo con el volumen de gases previsible, quedando prohibidos los cambios bruscos de sección.

La chimenea no irá atravesada por elementos ajenos a la misma (elementos resistentes, tuberías de instalación, etc.).

7. EQUIPOS DE REGULACIÓN Y CONTROL

La escala de temperatura de los termostatos de ambiente estará comprendida al menos entre 10 y 30 °C, llevarán marcadas las divisiones correspondientes a los grados y se marcará la cifra cada cinco grados.

El error máximo, obtenido en el laboratorio entre la temperatura real existente y la marcada por el indicador del termostato una vez establecida la condición del equilibrio, será como máximo de 1 °C.

El diferencial estático de los termostatos no será superior a 1,5 °C.

El termostato resistirá, sin que sufran modificaciones sus características, 10.000 ciclos de apertura y cierre a la máxima carga prevista para el circuito mandado por el termostato.



8. TUBERÍAS

8.1 MATERIALES

Los materiales utilizados en las instalaciones serán los indicados a continuación:

- a) Las conducciones de agua caliente para calefacción serán de polietileno reticulado.
- b) Las conducciones de agua caliente sanitaria serán de polietileno reticulado.
- c) Instalación solar será de cobre.

8.2 CALIDADES

Cuando se empleen tubos estirados de cobre, responderán a las calidades máximas exigidas en las Normas UNE 37107, 37116, 37117, 37131, 37141.

8.3 TENDIDO

8.3.1 NORMAS GENERALES

Las tuberías estarán instaladas de forma que su aspecto sea limpio y ordenado, dispuestas en líneas paralelas o a escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre sí.

Las tuberías horizontales, en general deberán estar situadas lo más próximo al suelo, dejando siempre, espacio suficiente para manipularlas.

La holgura entre tuberías o entre estas y los parámetros, no será inferior a 3 cm. La accesibilidad será de tal forma que pueda manipularse o situarse una tubería sin tener que desmontar el resto.

En ningún momento se debilitará un elemento estructural para poder colocar una tubería sin autorización expresa del Ingeniero Director de la obra.

Cuando la instalación esté formada por varios circuitos parciales, cada uno de ellos se equipará de suficiente número de válvulas de regulación y corte, para poderlo equilibrar y aislar sin que se afecte el servicio del resto.

8.3.2 CURVAS

En los tramos curvos, los tubos no presentarán garrotas y otros efectos análogos, ni aplastamientos y otras deformaciones en sección transversal.

Siempre que sea posible, las curvas se realizarán por cintrado de los tubos, o piezas curvas, evitando la colocación de codos. Los cintrados de los tubos hasta 50 mm, se podrán hacer en frío, haciéndose los demás en caliente.

En los tubos de acero soldado, las curvas se harán de forma que las costuras en la fibra neutra de la curva. En caso de que exista una curva y una contra curva situadas en planos distintos, ambas se realizarán con tubo de acero sin soldadura.

En ningún caso la sección de la tubería en las curvas será inferior a la sección de los tramos rectos.

8.3.3 PENDIENTES

Las tuberías refrigeradas o de agua caliente irán colocadas de forma que no se formen en ellas bolsas de aire. Para la evacuación automática de aire, los tramos horizontales deben tener una pendiente mínima del 0,5 %. Cuando la circulación sea forzada, estas pendientes se mantendrán en frío y en caliente, la pendiente será ascendente hacia los purgadores y con preferencia en sentido de circulación del agua.

La pendiente será ascendente hacia el vaso de expansión o hacia los purgadores y con preferencia en el sentido de circulación del agua.

8.3.4 ANCLAJES Y SUSPENSIONES

Los apoyos de las tuberías en general serán los suficientes para que una vez calorifugados, no se produzcan flechas superiores a dos mil, ni ejerzan esfuerzo alguno sobre elementos o aparatos a que estén unidas, como calderas, bombas, etc.

Las distancias entre soportes para tuberías de acero, serán como máximo las aquí indicadas:

Diámetro de la tubería (mm)	Separación máxima entre soportes (m)	
	Tramos verticales	Tramos horizontales
≤ 1	2,5	1,8
≤ 20	3	2,5
≤ 25	3	2,5
≤ 32	3	2,8
≤ 40	3,5	3
≤ 50	3,5	3
≤ 70	4,5	3
≤ 80	4,5	3,5
≤ 100	4,5	4
≤ 125	5	5
≤ 150	6	6

Las grapas y abrazaderas serán de forma que permitan un fácil desmontaje de los tubos, exigiéndose la utilización de material elástico entre sujeción y tubería.

Existirá al menos un soporte entre cada dos uniones de tuberías y con preferencia se colocarán estos, al lado de cada unión de dos tramos de tubería.

Los tubos de cobre llevarán elementos de soporte, a una distancia no superior a la indicada en la presente tabla:

Diámetro de la tubería (mm)	Separación máxima entre soportes (m)	
	Tramos verticales	Tramos horizontales
≤ 10	1,80	1,20
12 a 20	2,40	1,80
25 a 40	3,00	2,40
50 a 100	3,70	3,00

Los soportes de madera o alambre serán admisibles únicamente durante la colocación de la tubería, pero deberán ser sustituidos por piezas idénticas en estas prescripciones.

Los soportes de las canalizaciones verticales, sujetarán la tubería en todo su contorno. Serán desmontables para permitir después de estar anclados, colocar o quitar la tubería, con un movimiento incluso perpendicular al eje de la misma.

Cuando exista peligro de corrosión de los soportes de tuberías enterradas, éstos y sus guías deberán ser materiales resistentes a la corrosión o estar protegidos contra la misma.

La tubería estará anclada de modo que los movimientos sean absorbidos por las juntas de dilatación y por la propia flexibilidad del trazado de la tubería. Los anclajes, serán lo suficientemente robustos para soportar cualquier empuje normal.

Queda prohibido el soldado de las tuberías a los soportes o elementos de sujeción o anclaje.

8.3.5 PASO POR ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Cuando las tuberías pasen a través de muros, tabiques, forjados, etc., se dispondrán manguitos proyectores que dejen espacio libre alrededor de la tubería, debiéndose rellenar este espacio de una materia plástica. Si la tubería va aislada, no se interrumpirá el aislamiento en el manguito.

Los manguitos deberán sobresalir al menos 3 mm por la parte superior de los pavimentos.

8.3.6 UNIONES

En las uniones soldadas en tramos horizontales, los tubos se enrasarán por su generatriz superior para evitar la formación de bolsas de aire.

Antes de efectuar una unión, se repasarán las tuberías para eliminar las rebabas que puedan haberse formado al cortar o aterrajear los tubos.



No han de efectuarse soldaduras o empalmes que puedan quedar empotrados en el suelo.

Al realizar las uniones de dos tuberías, no se forzarán estas, sino que deberán haberse cortado y colocado con la debida exactitud.

No se podrán realizar uniones en los cruces de muros, forjados, etc.

Todas las uniones deberán poder soportar una presión superior en un 50 % a la de trabajo.

Se prohíbe expresamente la ocultación o enterramiento de uniones mecánicas.

8.3.7 DILATADORES

Para compensar las dilataciones, se dispondrán liras, dilatadores lineales o elementos análogos, o se utilizará el amplio margen que se tiene con los cambios de dirección, dando curvas con un radio superior a cinco veces el diámetro de la tubería.

Habrà de protegerse la tubería para evitar que el hormigón la envuelva y no pueda dilatar. Puede utilizarse tubo arrugado (tipo electricidad) de mayor diámetro para que el tubo pueda moverse libremente.

Si las instalaciones entre emisores son grandes se provocarán cambios de dirección para favorecer la dilatación del tubo.

Las liras y curvas de dilatación serán del mismo material que la tubería. Sus longitudes serán las específicas, y las distancias entre ellas serán tales que las tensiones en las fibras más tensadas no sean superiores a 80 MPa en cualquier estado térmico de la instalación.

Los elementos dilatadores irán colocados de forma que permitan a las tuberías movimientos en la dirección de su propio eje, sin que originen esfuerzos transversales. Se colocarán guías junto a los elementos de dilatación.

Se dispondrán del número de elementos dilatadores necesario para que la posición de los aparatos que van conectados, no se vea afectada, ni estar sometidos a esfuerzos indebidos como consecuencia de los movimientos de dilatación de las tuberías.

8.3.8 PURGAS

En la parte más alta de cada circuito se dispondrá una purga para eliminar el aire que pudiera acumularse en ese lugar. Se recomienda que esta purga se coloque con una conducción de la posible agua que se elimine con la purga. Esta conducción irá con pendiente hacia el punto de vaciado, que deberá ser visible.

Se colocarán además purgas automáticas o manuales en cantidad suficiente para evitar la formación de bolsas de aire en las tuberías o aparatos en los que, por su disposición, fuesen previsibles.



8.4 VÍNCULOS CON OTROS SERVICIOS

Las tuberías no estarán en contacto con ninguna conducción de energía eléctrica o telecomunicación, con el fin de evitar los efectos de corrosión que una derivación pueda ocasionar, debiéndose prever una distancia mínima de 30 cm a las conducciones eléctricas y de 3 cm a las tuberías de gas más cercanas desde el exterior de la tubería o del aislamiento si lo hubiese.

Las tuberías no atravesarán chimeneas, conductos de aire acondicionado, no chimeneas de ventilación.

9. VALVULERÍA

9.1 GENERALIDADES

Las válvulas estarán completas y cuando dispongan de volante, el diámetro mínimo exterior del mismo se recomienda que sea cuatro veces el diámetro nominal de la válvula, sin sobrepasar los 20 cm. En cualquier caso, permitirá que las operaciones de apertura y cierre se hagan cómodamente.

Serán estancas y exteriormente, es decir, con la válvula en posición abierta y cerrada, a una presión hidráulica igual a una vez y media la de trabajo, con un mínimo de 600 KPa. Esta estanqueidad se podrá lograr accionando manualmente la válvula.

Toda válvula que vaya a estar sometida a presiones iguales o superiores a 600 KPa deberá llevar troquelada la presión máxima de trabajo a que puede estar sometida.

Las válvulas de más de 50 mm de diámetro nominal serán de fundición y bronce cuando la presión que va a soportar no sea superior a 400 KPa y será de acero o acero y bronce para presiones superiores a este valor.

Las válvulas y grifos, hasta un diámetro nominal de 50 mm, estarán construidas de bronce y latón.

9.2 CARACTERÍSTICAS DEL MONTAJE

Se recomienda no instalar ninguna válvula con el vástago por debajo del plano horizontal que contenga el eje de la tubería. Todas las válvulas serán fácilmente accesibles.

Se recomienda disponer de una tubería de derivación con sus llaves, rodeando aquellos elementos básicos, como válvulas de control, etc., que se pueden averiar y necesiten ser retirados de la red de tuberías para su reparación y mantenimiento.

9.3 TIPOS DE VÁLVULAS Y SU FUNCIÓN

Según la función que han de desempeñar, las válvulas pueden ser:

- a) Para aislamiento: válvulas de bola, de asiento o de mariposa.

- b) Para regulación: válvulas de asiento de aguja.
- c) Para vaciado: grifos y válvulas de macho.
- d) Para purgadores: válvulas de aguja inoxidable.

10. ACCESORIOS

Los espesores mínimos de metal de los accesorios de embriar y roscar, serán los adecuados para soportar las máximas presiones y temperaturas a las que vayan a estar sometidas.

Serán de acero, hierro fundido, fundición maleable, cobre, bronce o latón, según el material de la tubería.

Los accesorios soldados podrán utilizarse para tuberías de diámetro comprendido entre 10 y 600 mm. Estarán fabricados y proyectados de modo que tengan, por lo menos, resistencia igual a la pieza a la cual van a ser unidos.

Para tuberías de acero forjado o fundido hasta un diámetro de 500 mm, se abstienen accesorios roscados.

Donde se requieren accesorios especiales, estos reunirán unas características tales que permitan su prueba hidrostática a una presión doble de la correspondiente al valor de suministro en servicio.

11. BOMBAS DE CIRCULACIÓN

Se recomienda que se monte un manómetro para poder apreciar la presión del circuito.

La bomba deberá ir montada en un punto tal que pueda asegurarse que ninguna parte de la instalación quede en depresión en relación con la atmósfera. La presión a la entrada de la bomba deberá ser la suficiente para asegurar que no se produzca cavitación ni a la entrada ni en el interior de la bomba.

El conjunto motor-bomba será fácilmente desmontable. En general, el eje de la bomba y del motor quedarán bien alineados, y se montará un acoplamiento elástico si el eje no es común. Cuando los ejes del motor y de la bomba no estén alineados, la transmisión se efectuará por correas trapezoidales.

Cuando las dimensiones de la tubería sean distintas a las de entrada o salida de la bomba, se efectuará un acoplamiento cónico con un ángulo en el vértice no superior a 30°.

La bomba y su motor, estarán montados con suficiente holgura a su alrededor para una fácil inspección de todas sus partes.



12. ALIMENTACIÓN Y VACIADO

En toda instalación de agua existirá un circuito que dispondrá de una válvula de retención y otra de corte antes de la conexión de la instalación, recomendándose además la instalación de un filtro.

El diámetro mínimo de la tubería de alimentación dependerá de la potencia de la instalación:

- a) Hasta 50 KW: 0 a 15 mm.
- b) DE 50 KW a 125 KW: 0 a 20 mm.
- c) DE 125 KW a 500 KW: 0 a 25 mm.

En cada rama de la instalación que pueda aislarse, existirá un dispositivo de vaciado de la misma.

Cuando las tuberías de vaciado puedan conectarse a un colector común que las lleve a un desagüe, la conexión se realizará de forma que el paso del agua desde la tubería hasta el colector sea visible.

En cualquier caso, la alimentación del agua del sistema no podrá realizarse, por razones de salubridad, con una conexión directa a la red de distribución urbana. Será necesaria la separación física entre ambos circuitos.

Para este fin se considera suficiente el llenado a través del depósito abierto, o bien que la instalación de fontanería disponga de grupo de presión instalado de acuerdo con la legislación vigente.

Toda instalación, salvo pequeños tramos, podrá vaciarse. El diámetro mínimo de las tuberías de vaciado será:

- a) Hasta 50 KW: 0 a 20 mm.
- b) DE 50 KW a 125 KW: 0 a 25 mm.
- c) De 125 KW a 250 KW: 0 a 32 mm.
- d) De 250 KW a 500 KW: 0 a 40 mm.

13. VASOS DE EXPANSIÓN

Los vasos de expansión serán metálicos o de otro material estanco y resistente a los esfuerzos que van a soportar.

En el caso de que los depósitos sean metálicos deberán ir protegidos contra la corrosión.

En las instalaciones con depósito de expansión cerrado, estos deberán soportar una presión hidráulica igual a una vez y media de la que tenga que soportar a régimen con un mínimo de 300 KPa sin que se aprecien fugas, exudaciones o deformaciones.

La capacidad de los depósitos de expansión será la suficiente para absorber la variación de volumen del agua de la instalación al pasar de 4 °C a la temperatura del régimen.

Los vasos de expansión cerrados que tengan asegurada la presión por colchón de aire, deberán tener una membrana elástica, que impida la disolución de esta en el agua. Tendrá timbrada la máxima presión que pueda soportar, que en ningún caso será inferior a la de regulación de la válvula de seguridad de la instalación reducida al mismo nivel.

En caso de utilizarse vasos de expansión cerrados, deberán colocarse preferentemente en la aspiración de la bomba, teniendo especial cuidado de que la conexión se haga de forma que evite la formación de una bolsa de aire en el mismo.

No deberá existir ningún elemento de corte entre el generador y el vaso de expansión, siempre que esta válvula sea de tres vías y esté colocada de forma que al comunicar el generador con el vaso de expansión, quede automáticamente aquél en comunicación con la atmósfera.

En el caso de vaso de expansión cerrado, el diámetro interior de la tubería de conexión del vaso, deberá tener un mínimo de diámetro de 20 mm y el diámetro de las tuberías de conexión a las válvulas de seguridad, se hará el especificado para conexión al vaso de expansión abierto.

14. EMISORES DE CALOR

Los emisores se colocarán como mínimo a 4 cm de la pared y a 10 cm del suelo. En radiadores de tipo panel, la distancia a la pared podrá ser de 2,5 cm.

El emisor permanecerá sensiblemente horizontal, apoyado sobre todas las patas o apoyos, cualesquiera que sean las condiciones en que funcione. No ejercerá esfuerzo alguno sobre canalizaciones. Los radiadores de hasta 10 elementos o 50 cm de longitud, tendrán dos apoyos o cuelgues, y por cada 50 cm de longitud o fracción, tendrán un elemento más de cuelgue o apoyo.

La instalación del radiador y su unión con la red de tuberías, se efectuará de forma que en el radiador se pueda purgar bien el aire hasta la red, sin que queden bolsas que eviten el perfecto llenado de este, o impidan la buena circulación del agua a través del mismo; en caso contrario, cada radiador dispondrá de un purgador automático o manual.



15. AISLAMIENTO TÉRMICO

15.1 GENERALIDADES

Con el fin de evitar los consumos energéticos superfluos, los aparatos, equipos y conducciones que contengan fluidos a temperatura inferior a la del ambiente, o superiores a 40 °C dispondrán de un aislamiento térmico para reducir las pérdidas de energía.

El aislamiento térmico de aparatos y conducciones metálicas, cuya temperatura de diseño sea inferior a la del punto de rocío del ambiente en que se encuentre, será impermeable al vapor de agua o al menos quedará protegido una vez colocado, por una capa que constituya una barrera de vapor.

Los aparatos, equipos y conducciones de las instalaciones, deberán quedar aislados de acuerdo con unas exigencias de carácter mínimo, entendiéndose que en cualquier caso las pérdidas térmicas globales horarias, no superen el 5 % de la potencia útil instalada.

15.2 MATERIALES

El material de aislamiento no contendrá sustancias que representen un peligro en cuanto a la formación de microorganismos en el mismo. No sufrirá deformaciones como consecuencia de las temperaturas o debido a una accidental formación de condensaciones. Será compatible a las superficies a las que va a ser aplicado, sin provocar corrosión en las tuberías en las condiciones de uso.

El aislamiento de las calderas o de parte de las instalaciones que van a estar próximas a focos de fuego, será de materiales incombustibles. Estos materiales serán los recomendados en cualquier ocasión.

15.3 COLOCACIÓN

La aplicación del material aislante deberá cumplir las exigencias que a continuación se indican:

- a) Antes de su colocación, deberá haberse quitado de la superficie aislada toda materia extraña, herrumbre, etc.
- b) A continuación se dispondrá de dos capas de pintura antioxidante u otra protección similar en todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación.
- c) El aislamiento se efectúa a base de mantas, filtros, placas, segmentos, coquillas, etc., colocadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante, cuidando que se haga un asiento compacto y firme en las piezas aislantes y que se mantenga uniforme el espesor.

- d) Cuando el espesor del aislamiento exigido requiera varias capas de este, se procurará que las juntas longitudinales transversales de las distintas capas, no coincidan y que cada capa quede firmemente fijada.
- e) El aislamiento irá protegido con los materiales necesarios, para que no se deteriore en el transcurso del tiempo.
- f) El recubrimiento o protección del aislamiento, se hará de manera que este quede firme y duradero. Se ejecutará disponiendo amplios solapes para evitar pasos de humedad al aislamiento y cuidando que no se aplaste.
- g) En las tuberías y equipos situados a la intemperie, las juntas verticales y horizontales se sellarán convenientemente. La terminación será impermeable e inalterable a la intemperie, recomendándose los revestimientos metálicos sobre base emulsión asfáltica o banda bituminosa.
- h) La barrera de vapor, si es necesaria, deberá estar situada en la capa exterior del aislamiento, con el fin de garantizar la ausencia de agua condensada en la masa aislante.
- i) Cuando sea necesario la colocación de flejes distanciadores, con objeto de sujetar al revestimiento y protección y conservar un espesor homogéneo del aislamiento, se colocarán remachadas plaquitas de espesor adecuado.
- j) Todas las piezas del material aislante, así como su recubrimiento protector y demás elementos que entren en este montaje, se presentarán sin defectos ni exfoliaciones.

15.4 AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS

Hasta un diámetro de 150 mm, el aislamiento térmico de tuberías colgadas o empotradas deberá realizarse siempre con coquillas, no admitiéndose para este fin lanas granel o filtros. Solo podrá utilizar aislamientos a granel en tuberías empotradas en el suelo.

En ningún caso, en las tuberías, el aislamiento por sección y capa presentará más de dos juntas longitudinales.

Las válvulas, bridas y accesorios se instalarán perfectamente con casquetes aislantes desmontables de varias piezas, con espacio suficiente para que al quitarlos se puedan desmontar aquéllas (dejando espacio para sacar tornillos). Deben ser del mismo espesor que el calorífugo de la tubería en que este intercalado, de manera que, al mismo tiempo que proporciona un perfecto aislamiento, sean fácilmente desmontables para la revisión de estas partes ante un deterioro del material aislante. Si es necesario dispondrá de un drenaje.

Los casquetes se sujetarán por medio de abrazaderas de cinta metálica, provisto de cierre de palanca para que sea sencillo su montaje y desmontaje.



Delante de las bridas se instalará el aislamiento por medio de coronas frontales y de tal forma que puedan sacarse con facilidad los pernos de dichas bridas.

En el caso de accesorios para reducciones, la tubería de mayor diámetro determinará el espesor a emplear.

Se evitará en los soportes el contacto directo con la tubería.

El recubrimiento o protección del aislamiento de las tuberías y sus accesorios deberá quedar listo y firme. Podrán utilizarse para las tuberías y equipos situados en la intemperie.

15.5 AISLAMIENTO DE CONDUCTOS

El proyecto, instalación, montaje y utilización de las instalaciones eléctricas se ajustarán a lo dispuesto por el reglamento electrotécnico de baja tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Los circuitos eléctricos de alimentación de cada equipo o unidad, serán independientes entre sí, debiendo existir en la sala de máquinas un interruptor general, situado en las inmediaciones de la salida, así como los dispositivos de seguridad de corte de energía que necesite.

16. CAPTADORES SOLARES

16.1 CONDICIONES TÉCNICAS

El captador seleccionado deberá poseer la certificación emitida por un organismo competente en la materia o por un laboratorio de ensayos según lo regulado en el Real Decreto 891/1980 del 14 de Abril sobre homologación de los captadores solares y en la Orden del 28 de Julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares.

La memoria de diseño indicará el modelo y fabricante del captador, así como las fechas y laboratorios de certificación.

Se incluirán los siguientes datos del captador proporcionados por el fabricante:

- a) Dimensiones principales: alto, ancho, largo.
- b) Área de la superficie transparente.
- c) Material y transmitividad de la cubierta transparente.
- d) Tipo de configuración del absorbedor.
- e) Materiales y tratamiento absorbedor.



- f) Situación y dimensiones de las tomas de entrada y salida.
- g) Materiales de las juntas de estanqueidad de la cubierta y de las salidas de las conexiones del circuito.
- h) Material de carcasa.
- i) Tipo de cierre de la cubierta transparente.
- j) Situación y configuración de los puntos de amarre.
- k) Materiales aislantes.
- l) Esquema general del captador.

El captador llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre del fabricante.

Solo se utilizarán captadores que se ajusten a las siguientes características:

- a) Material de la cubierta transparente: vidrio normal o templado de espesor inferior a 3 mm y transmitividad mayor o igual a 0,8. La utilización de un material de otras características requiere el informe de un organismo acreditado que garantice las características funcionales y de durabilidad del captador. Distancia media entre el absorbente y la cubierta transparente no inferior a 2 cm ni superior a 4 cm.
- b) Material del absorbedor: materiales metálicos.
- c) En ningún caso el tratamiento del absorbedor se aplicará sobre acero galvanizado.
- d) La pérdida de carga del captador para un caudal de 1 l/min por m² será inferior a 1 m.c.a.
- e) El captador llevará un orificio de ventilación de diámetro no inferior a 4 mm situado en la parte inferior de forma que puedan eliminarse acumulaciones de agua en el captador. El orificio se realizará de forma que el agua pueda drenarse en su totalidad sin afectar al aislamiento.

16.2 CONDICIONES DE MONTAJE

El suministrador evitará que los colectores queden expuestos al Sol por periodos prolongados durante el montaje. En este periodo las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero midiendo la entrada de suciedad.

Terminando el montaje, durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que pueda prolongarse, el suministrador procederá a tapar los colectores.



La instalación permitirá el acceso a los captadores de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura, pudiendo desmontar cada captador con el mínimo de actuaciones sobre los demás.

Las tuberías flexibles se conectarán a los captadores utilizando, preferentemente accesorios para mangueras flexibles.

Cuando se monten tuberías flexibles se evitará que queden retorcidas y que se produzcan radios de curvatura superiores a los especificados por el fabricante.

Su orientación será Sur dentro de las posibilidades del edificio, pudiéndose permitirse desviaciones no mayores de 25° con respecto a dicha orientación.

Se inclinarán con respecto a la horizontal en función de la latitud geográfica y del periodo de utilización de la instalación. Se admiten desviaciones de + -10°.

Los captadores se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie o en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante.

Se dispondrá de un sistema para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores. En general se debe alcanzar un flujo equilibrado mediante el sistema de retorno invertido. Si esto no es posible, se puede controlar el flujo mediante mecanismos adecuados, como válvulas de equilibrado.

Se deberá prestar especial atención en la estanqueidad y durabilidad de las conexiones del captador.

En caso de haber estructura soporte deberá cumplir con lo siguiente:

- a) El cálculo y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulica.
- b) Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, teniendo al área de apoyo y posición relativa adecuadas, de forma que no se produzcan flexiones en el captador, superiores a las permitidas por el fabricante.
- c) Los topes de sujeción de captadores y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los captadores.



17. ACUMULADOR

17.1 CONDICIONES TÉCNICAS

Los acumuladores para ACS y las partes de acumuladores combinados que estén en contacto con agua potable deberán cumplir los requisitos de UNE EN 12897.

Preferentemente, los acumuladores serán de configuración vertical y se ubicarán en zonas interiores. Para aplicaciones combinadas con acumulación centralizada es obligatoria la configuración vertical del depósito, debiéndose además cumplir que la relación altura/diámetro el mismo sea mayor de dos.

En caso de que el acumulador esté directamente conectado con la red de distribución de agua caliente sanitaria, deberá ubicarse un termómetro en un sitio claramente visible por el usuario.

El sistema deberá ser capaz de elevar la temperatura del acumulador a 60 °C y hasta 70 °C con objeto de prevenir la legionelosis, tal como aparece en el RD 909/001 del 27 de Julio. En caso de aplicaciones para ACS y sistema de energía auxiliar no incorporado en el acumulador solar, es necesario realizar un conexionado entre el sistema auxiliar y el solar de forma que se pueda calentar este último con el auxiliar, para poder cumplir con las medidas de prevención de Legionella. Se podrán proponer otros métodos antilegionella.

Los acumuladores de los sistemas grandes a medida con un volumen mayor de 20 m³ deberán llevar válvulas de corte u otros sistemas adecuados para cortar flujos al exterior del depósito no intencionados en caso de daños del sistema.

Se especificará el tipo de acumulador utilizado y las siguientes características técnicas:

- a) Volumen cubicado real.
- b) Principales dimensiones.
- c) Presiones máximas de trabajo.
- d) Situación y diámetro de las bocas de conexión.
- e) Situación y especificación de los puntos de sujeción o apoyos.
- f) Máxima temperatura de utilización.
- g) Tratamientos y protección.
- h) Material y espesor de aislamiento y características de su protección

El depósito estará fabricado de acuerdo con lo especificado en el Reglamento de Aparatos a Presión y probado con una presión igual a dos veces la presión de trabajo homologado por el Ministerio de Industria y Energía.

El acumulador llevará una placa de identificación situada en lugar claramente visible y escrito de manera indeleble en la que aparecerán los siguientes datos:

- a) Nombre del fabricante y razón social.
- b) Contraseña y fecha de registro tipo.
- c) Número de fabricación.
- d) Volumen neto de almacenamiento en litros.
- e) Presión máxima de servicio.

Los depósitos mayores de 750 l dispondrán de una boca de hombre con un diámetro mínimo de 400 mm, fácilmente accesible. Situada en uno de los laterales del acumulador y cerca del suelo, que permita la entrada de una persona en el interior del depósito de modo sencillo, sin necesidad de desmontar tubos ni accesorios.

17.2 CONDICIONES DE MONTAJE

Las conexiones de entrada y salida se situarán de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido y, además:

- a) La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al interacumulador se realizará, preferentemente a una altura comprendida entre el 50 % y el 75 % de la altura del mismo.
- b) La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de este.
- c) La conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red se realizará por la parte inferior.
- d) La extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior.

En los casos debidamente justificados en los que sea necesario instalar depósitos horizontales, las tomas de agua caliente y fría estarán situadas en extremos diagonalmente opuestos. La conexión de los acumuladores permitirá la desconexión de individual de los mismos sin interrumpir el funcionamiento de la instalación.

No se permite la conexión de un sistema de generación auxiliar en el acumulador solar, ya que esto puede suponer una disminución de las posibilidades de la instalación solar para proporcionar las prestaciones energéticas que se pretenden obtener con este tipo de instalaciones. Para los equipos de instalaciones solares que vengan preparados de

fábrica para albergar un sistema auxiliar eléctrico, se deberá anular esta posibilidad de forma permanente, mediante sellada irreversible u otro método.

La estructura soporte para depósitos y su fijación se realizará según la normativa vigente. La estructura soporte y su fijación para depósitos de más de 1000 l situados en cubiertas o pisos deberá ser diseñada por un profesional competente. La ubicación de los acumuladores y sus estructuras de sujeción cuando se sitúen en cubiertas de piso tendrá en cuenta las características del edificio, y requerirá para depósitos de más de 300 l el diseño de un profesional competente.

18. INTERCABIADOR DE CALOR

18.1 CONDICIONES TÉCNICAS

La potencia mínima de diseño del intercambiador independiente P, en W, en función del área de captadores A, en m², cumplirá la condición:

$$P > 500 A$$

El intercambiador independiente será de placas de acero inoxidable o cobre y deberá soportar las temperaturas y presiones máximas de trabajo de la instalación.

El intercambiador sumergido podrá ser de serpentín o de haz tubular. Las relación entre la superficie útil de intercambio del intercambiador incorporado y la superficie total de captación no será inferior a 0,15.

En caso de aplicación para ACS se puede utilizar el circuito de consumo con un intercambiador, teniendo en cuenta que con el sistema de energía auxiliar de producción instantánea en línea o en acumulador secundario hay que elevar la temperatura hasta 60 °C y siempre en el punto más alejado de consumo hay que asegurar 50 °C.

18.2 CONDICIONES DE MONTAJE

Habrà que tener en cuenta la accesibilidad del intercambiador de placas, ya que a ser un solo elemento donde es previsible que se produzcan obstrucciones y deposiciones con el uso, será objeto de sustituciones o reparación. Al igual que en el resto de equipos, tendrá válvulas de corte a la entrada ya la salida tanto del circuito primario como del secundario para poder aislar este equipo del resto de la instalación a la hora de llevar a cabo dichas operaciones.

19. REQUISITOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN SOLAR

19.1 FLUIDO DE TRABAJO

Como fluido de trabajo en el circuito primario se utilizará agua de la red, o agua desmineralizada, o agua con aditivos, según las características del lugar y del agua utilizada. Los aditivos más usuales son los anticongelantes, aunque en ocasiones se puedan utilizar aditivos anticorrosivos. La utilización de otros fluidos térmicos requerirá incluir su



composición y calor específico en la documentación del sistema y la certificación favorable de un laboratorio acreditado.

En cualquier caso el pH a 20 °C del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 9, y el contenido en sales se ajustará a los señalados en los puntos siguientes:

- a) La salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650 $\mu\text{S/cm}$.
- b) El contenido de dióxido de calcio no excederá de 200 mg/l expresados como contenido en carbonato cálcico.
- c) EL límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50 mg/l.

Fuera de estos valores el agua deberá ser tratada.

El diseño de los circuitos evitará cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación. En particular, se prestará especial atención a una eventual contaminación del agua potable por el fluido del circuito primario.

Para aplicaciones en procesos industriales, refrigeración o calefacción, las características del agua exigidas por dicho proceso no sufrirán ningún tipo de modificación que pueda afectar al mismo.

19.2 PROTECCIÓN CONTRA HELADAS

19.2.1 GENERALIDADES

El fabricante, suministrador final, instalador o diseñador del sistema deberá fijar la mínima temperatura permitida en el sistema. Todas las partes del sistema que estén expuestas al exterior deberán ser capaces de soportar la temperatura especificada sin daños permanentes en el sistema.

Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0 °C deberá estar protegido contra heladas.

El fabricante deberá describir el método de protección antiheladas usado por el sistema. A los efectos de este documento, como sistemas de protección antiheladas podrán utilizarse:

- a) Mezclas anticongelantes.
- b) Recirculación de agua de los circuitos.
- c) Drenaje automático con recuperación de fluido.

- d) Drenaje al exterior (solo para sistemas solares prefabricados).

19.2.2 MEZCLAS ANTICONGELANTES

Como anticongelantes podrán utilizarse los productos, solos o mezclados con agua, que cumplan la reglamentación vigente y cuyo punto de congelación sea inferior a 0 °C. En todo caso, su calor específico no será inferior a 3 KJ/(Kg·K), equivalentes a 0,7 Kcal/(Kg·°C).

Se deberán tomar precauciones para prevenir posibles deterioros del fluido anticongelante como resultado de condiciones altas de temperatura. Estas precauciones deberán de ser comprobadas de acuerdo con UNE-EN 12976-2.

La instalación dispondrá de los sistemas necesarios para facilitar el llenado de la misma y para asegurar que el anticongelante está perfectamente mezclado.

Es conveniente que se disponga de un depósito auxiliar para reponer las pérdidas que se puedan dar del fluido en el circuito, de forma que nunca se utilice un fluido para la reposición cuyas características no cumplan el Pliego. Será obligatorio en los casos de riegos de heladas y cuando el agua deba tratarse.

19.2.3 RECIRCULACIÓN DEL AGUA DEL CIRCUITO

Este método de protección antiheladas asegurará que el fluido de trabajo está en movimiento cuando exista riesgo a helarse.

El sistema de control actuará, activando la circulación del circuito primario, cuando la temperatura detectada preferentemente en la entrada de captadores o salida o aire ambiente circundante alcance un valor superior al de congelación del agua (como mínimo 3 °C).

Este sistema es adecuado para zonas climáticas en las que los periodos de baja temperatura sean de corta duración.

Se evitará, siempre que sea posible, la circulación de agua en el circuito secundario.

19.2.4 DRENAJE AUTOMÁTICO CON RECUPERACIÓN DEL FLUIDO

El fluido en los componentes del sistema que están expuestos a baja temperatura ambiente, es drenado a un depósito, para su posterior uso, cuando hay riegos de heladas.

La inclinación de las tuberías horizontales debe estar en concordancia con las recomendaciones del fabricante en el manual de instalador al menos en 20 mm/m.

El sistema de control actuará la electroválvula de drenaje cuando la temperatura detectada en captadores alcance un valor superior al de congelación del agua (como mínimo 3 °C).



El vaciado del circuito se realizará a un tanque auxiliar de almacenamiento, debiéndose prever un sistema de llenado de captadores para recuperar el fluido.

El sistema requiere utilizar un intercambiador de calor entre los captadores y el acumulador para mantener en este la presión de suministro de agua caliente.

19.3 SOBRECALENTAMIENTOS

19.3.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECALENTAMIENTOS

El sistema deberá estar diseñado de tal forma que con altas radiaciones solares prolongadas sin consumo de agua caliente, no se produzcan situaciones en las cuales el usuario tenga que realizar alguna acción especial para llevar al sistema a su forma normal de operación.

Cuando el sistema disponga de la posibilidad de drenajes como protección ante sobrecalentamientos, la construcción deberá realizarse de tal forma que el agua caliente o vapor del drenaje no supongan ningún peligro para los habitantes y no se produzcan daños en el sistema ni en ningún otro material en el edificio o vivienda.

Cuando las aguas sean duras, se realizarán las previsiones necesarias para que la temperatura de trabajo de cualquier punto del circuito de consumo no sea superior a 60 °C, sin perjuicio de la aplicación de los requerimientos necesarios contra la Legionella. En cualquier caso, se dispondrán de los medios necesarios para facilitar la limpieza de los circuitos.

19.3.2 PROTECCIÓN CONTRA QUEMADURAS

En sistemas de agua caliente sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60 °C deberá ser instalado un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60 °C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para sufragar las pérdidas. Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.

19.3.3 PROTECCIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES CONTRA ALTAS TEMPERATURAS

El sistema deberá ser diseñado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por todos los materiales y componentes.

19.3.4 RESISTENCIA A LA PRESIÓN

Se deberá cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 12976-1.

En caso de sistemas de consumo abiertos con conexión a la red, se tendrá en cuenta la máxima presión de la misma para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión.



19.3.5 PREVENCIÓN DE FLUJO INVERSO

La instalación del sistema deberá asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos no intencionados en ningún circuito hidráulico del sistema.

La circulación natural que produce el flujo inverso se puede favorecer cuando el acumulador se encuentra por debajo del captador, por lo que habrá que tomar, en esos casos, las precauciones oportunas para evitarlo.

En sistemas de circulación forzada se aconseja utilizar una válvula anti-retorno para evitar flujos inversos.

19.3.6 PREVENCIÓN DE LA LEGIONELOSIS

Se deberá cumplir el Real Decreto 909/2001, por lo que la temperatura del agua en el circuito de distribución de agua caliente no deberá ser inferior a 50 °C en el punto más alejado y previo a la mezcla necesaria para la protección contra quemaduras o en la tubería de retorno al acumulador. La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70 °C. En consecuencia, no se admite la presencia de componentes de acero galvanizado.

20. PRUEBAS DE LA INSTALACIÓN

20.1 GENERALIDADES

La recepción de la instalación tendrá como objetivo comprobar que esta cumple las prescripciones de la reglamentación vigente y sus especificaciones, las Instrucciones Técnicas.

Otro objetivo será realizar la puesta en marcha correcta y comprobar, mediante los ensayos que sean requeridos, las prestaciones de confortabilidad, exigencias de uso racional de energía, contaminación ambiental, seguridad y calidad que son exigidas.

Todas y cada una de las pruebas se realizarán en presencia del Ingeniero Director de obra de la instalación, el cual dará fe de los resultados por escrito.

20.2 PRUEBAS PARCIALES

A lo largo de la ejecución deberán haberse hecho pruebas parciales, controles de recepción y otros controles, de todos los elementos que haya indicado el Ingeniero Director de obra.

Particularmente todas las uniones, tramos de tuberías, conductos o elementos que por necesidad de la obra vayan a quedar ocultos, deberán ser expuestos para su inspección o expresamente probados, antes de cubrirlos y colocar las protecciones requeridas.



20.3 PRUBAS FINALES

Es condición previa para la realización de las pruebas técnicas finales, que la instalación se encuentre totalmente terminada de acuerdo con las especificaciones del proyecto, así como que haya sido previamente equilibrada y puesta a punto y se hayan cumplido las exigencias que haya establecido el Ingeniero Director de obra tales como limpieza, suministro de energía, etc.

Como mínimo deberán realizarse las pruebas específicas que se indican referentes a las exigencias de seguridad y uso racional de energía. A continuación se realizan las pruebas globales del conjunto de la instalación.

20.4 PRUEBAS ESPECÍFICAS

20.4.1 RENDIMIENTO DE LA CALDERA

Se realizarán las pruebas térmicas de calderas de combustión, si existen, comprobando como mínimo el gasto de combustible, temperatura, contenido de CO₂, índice de Bacharach de humos, porcentaje de CO y pérdidas de calor por chimenea.

20.4.2 MOTORES ELÉCTRICOS

Se realizará una comprobación del funcionamiento de cada motor eléctrico y de consumo de energía en las condiciones reales de trabajo.

20.4.3 OTROS EQUIPOS

Se realizará una comprobación individual de todos los intercambiadores de calor, climatizadores y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía de energía térmica anotando las condiciones de funcionamiento.

20.4.4 SEGURIDAD

Comprobación del tarado de todos los elementos de seguridad.

20.5 PRUEBAS GLOBALES

Se realizará como mínimo las siguientes pruebas globales, independientemente de aquellas que deseará el Ingeniero Director de obra.

20.5.1 COMPROBACIÓN DE MATERIALES, EQUIPO Y EJECUCIÓN

Independientemente de las pruebas parciales o controles de recepción realizados durante la ejecución, se comprobará (por el Ingeniero Director de obra) que los materiales y equipos instalados se correspondan con las especificaciones del proyecto contratadas por la empresa instaladora, así como la correcta ejecución del montaje.

Se comprobará en general la limpieza y cuidado, en el buen acabado de la instalación.

20.5.2 PRUEBAS HIDRÁULICAS

Independientemente de las pruebas parciales a las que hayan sido sometidas las partes de la instalación a través del montaje, todos los equipos y conducciones deberán someterse a una prueba final de estanqueidad, como mínimo a una presión interior de prueba en frío equivalente a una vez y media la de trabajo, con un mínimo de 400 KPa y una duración no inferior a 24 horas.

Posteriormente se realizarán pruebas de circulación de agua en circuitos (puesta en marcha), comprobación de limpieza de los filtros de agua y medida de presiones.

Por último se realizará la comprobación de estanqueidad del circuito a temperatura de régimen.

20.5.3 PRUEBAS DE LIBRE DILATACIÓN

Una vez que las pruebas anteriores han sido satisfactorias, se dejará enfriar bruscamente la instalación hasta una temperatura de 60 °C de salida de calderas, manteniendo la regulación anulada y las bombas en funcionamiento. A continuación se volverá a calentar hasta la temperatura de régimen de la caldera.

Durante la prueba se comprobará que no ha habido deformación apreciable visualmente en ningún elemento o tramo de tubería y que sistema de expansión ha funcionado correctamente.

Una prueba equivalente podrá exigirse en las instalaciones de climatización que utilizan salmueras u otros fluidos térmicos.

20.5.4 PRUEBAS DE CONDUCTOS

Se realizarán de acuerdo con la norma UNE 100.104 para los conductos de chapa.

20.5.5 PRUEBAS DE PRESTACIONES TÉRMICAS

Se realizarán las que, a criterio del Ingeniero Director de obra, sean necesarias para comprobar el funcionamiento normal, en régimen de invierno o verano, obteniendo unos resultados de condiciones exteriores debidamente registradas.

Cuando la temperatura media en las habitaciones sea igual o superior a la contractual corregida, se dará como satisfactoria la eficacia térmica de la instalación.



Condiciones climatológicas exteriores:

- a) La temperatura mínima del día registrada no será inferior a 2°C o superior a 10°C.
- b) La temperatura de las habitaciones se corregirá del siguiente modo: se disminuirá en 0,5 °C por cada 1 °C que la temperatura del día haya sido inferior a la exterior contractual.

20.5.6 OTRAS PRUEBAS

Por último se comprobará que la instalación cumple con las exigencias de calidad, confortabilidad, seguridad y ahorro de energía que se dictan en las Instrucciones Técnicas.

Particularmente se comprobará el buen funcionamiento de la regulación automática del sistema.

21. RECEPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

21.1 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Antes de realizar el acto de recepción provisional, deberá haberse cumplido los siguientes requisitos:

- a) Realización de las pruebas finales a perfecta satisfacción del Ingeniero Director de obra.
- b) Presentación del certificado de la instalación según el modelo adjunto ante la Delegación Provisional del Ministerio de Industria y Energía.
- c) Una vez cumplimentados los requisitos previstos en el párrafo anterior, se realizará el acto de recepción provisional, en que el Ingeniero Director de obra, en presencia de la firma instaladora, entregará al titular de la misma, si no lo hubiera hecho antes, los siguientes documentos:

Acta de recepción suscrita por todos los presentes (por duplicado).

Resultados de las pruebas.

Manual de instrucciones.

Libro de mantenimiento.

- d) Proyecto de ejecución en el que, junto a una descripción de la instalación, se relaciona todas las unidades de equipos empleados, indicando marca, características, modelo y fabricante, así como planos definidos de lo ejecutado, como mínimo un esquema de principio, esquema de control y seguridad y esquemas eléctricos.



- e) Esquemas de principio de control y seguridad debidamente marcados en impresión indeleble para la colocación en la sala de máquinas.
- f) Copia del certificado de la instalación presentado ante la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía.

21.2 RESPONSABILIDADES

Una vez realizado el acto de recepción provisional, la responsabilidad en la conducción y el mantenimiento de la instalación se transmite íntegramente a la propiedad, sin perjuicio de las responsabilidades contractuales que en concepto de garantía hayan sido pactadas y obliguen a la empresa instaladora.

El periodo de garantía finalizará con recepción definitiva.

21.3 RECEPCIÓN DEFINITIVA

La recepción definitiva de responsabilidades ocurre transcurrido el plazo contractual de garantía en ausencia de averías o defectos de funcionamiento durante el mismo, o habiendo sido este convenientemente subsanado sin relación de nuevas pruebas, salvo que por parte de la propiedad haya sido cursado aviso en contra de finalizar el periodo de garantía establecido.

22. CONDICIONES DE COMPRA

22.1 PLAZO DE ENTREGA

El plazo de entrega de esta instalación será de tres meses a partir de la aclaración de todos los datos, tanto técnicos como comerciales. Esta circunstancia quedará reflejada en un documento preparado al efecto debidamente firmado y sellado por ambas partes. Por tanto, la fecha de entrega comenzará a partir de la reflejada en este documento.

22.2 CONDICIONES DE PAGO

Las condiciones de pago se establecerán con arreglo a las dos partes y serán estas dos partes quienes la especifiquen.

22.3 PLAZO DE VALIDEZ DE LA OFERTA

El plazo de validez de la presente oferta es de un mes a partir de su fecha de emisión.

La aceptación de la instalación de hará no más tarde de 30 días después de la terminación del pago.

Cualquier pago no efectuado dentro de los 7 días de la fecha debida, será incrementado en 1 % mensual de interés hasta que se realice la totalidad del pago.



23. GARANTÍA

Se garantiza el correcto funcionamiento de los equipos durante 2 años, contado a partir de la fecha de la instalación.

La garantía de funcionamiento de los equipos es válida únicamente para el sistema descrito en el Proyecto, referido a los datos técnicos básicos del funcionamiento del sistema instalado.

En el caso de los componentes fabricados por otros, el comprador tiene derecho a exigir que estos superen con éxito el control de calidad llevado a cabo por un inspector del vendedor.

23.1 GARANTÍA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

La presente garantía de funcionamiento está sujeta a los siguientes puntos:

- a) Las pruebas se realizarán bajo la supervisión obligada de un Ingeniero representante del Ministerio de Industria y el Ingeniero Director de obra.
- b) La garantía de funcionamiento nombrada no será válida, a menos que las pruebas de funcionamiento para determinar si los equipos cumplen los requisitos establecidos por la garantía, se realicen plenamente dentro de un tiempo razonable después de su instalación y no más tarde de seis meses después de la entrega final de todos los equipos a suministrar.
- c) El equipo deberá ser manipulado en todo momento; antes, durante y después de todas las pruebas de funcionamiento, siguiendo las instrucciones del fabricante.
- d) En caso de no conseguir el funcionamiento garantizado por los fabricantes, estos tendrán opción de realizar, ya sea a su cargo, los trabajos y servicios precisos para cumplir la garantía, o suministrados y especificados en este proyecto, al lugar de destino determinado por el fabricante.
- e) En este último caso, tras la devolución de los equipos en buenas condiciones, el fabricante desembolsará al comprador todas las sumas que haya abonado conforme a lo proyectado, salvo las previstas en este párrafo.
- f) El fabricante no tendrá ninguna obligación, caso de que los equipos no cumplieran los requisitos de la garantía de funcionamiento mencionado.



Pamplona, Junio de 2012

Firmado:

Iñigo Arteaga Jaunsarás

(Ingeniero Técnico Industrial)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE
SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TREINTA Y CUATRO
VIVIENDAS EN PAMPLONA

5 PRESUPUESTO

Iñigo Arteaga Jaunsarás

Tutor: José Vicente Valdenebro García

Pamplona, Junio de 2012



ÍNDICE

CAPÍTULO I: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.....	2
CAPÍTULO II: INSTALACIÓN DE ACS.....	5
CAPÍTULO III: INSTALACIÓN SOLAR.....	8
RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	11



CAPÍTULO I: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

Sala de calderas

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
1	CALDERA VAILLANT VKK 280 6/3-E. 280 KW	1 unidad	15349,00	15349,00
2	CENTRALITA CALORMATIC 430f + SONDA EXTERIOR. Marca VAILLANT.	1 unidad	320,00	320,00
3	COLECTOR	1 unidad	350,00	350,00
4	VASO DE EXPANSIÓN. Modelo 80 CMF. Marca INDUSTRIAS IBAIONDO. 80 litros de capacidad.	1 unidad	80,66	80,66
5	VÁLVULA DE SEGURIDAD ½". Marca BAXIROCA.	1 unidad	10,90	10,90
6	VÁLVULA DE CORTE/PASO (ESFERA) 2". Modelo CUBO. Marca BAXIROCA.	8 unidades	38,35	306,80
7	PURGADOR AEPARO ZUV 40. 1 ½"	1 unidad	111,20	111,20
8	BOMBA DE CIRCULACIÓN. Modelo PC-1045. Marca BAXIROCA.	1 unidad	270,00	270,00
9	GRIFO DE VACIADO 1 ½". Tara 1-12 bar. Temperatura hasta 235°C.	2 unidades	39,97	79,94
10	MANÓMETRO. Marca BAXIROCA Esfera de 100 mm de diámetro.	2 unidades	14,17	28,34
11	SONDA PT 1000. Marca HERTEN S.L	1 unidad	11,00	11,00
12	CHIMENEA DE ACERO INOXIDABLE DE 250 mm de diámetro. Aislada con lana roca de 30 mm de espesor.	15 m	125,00	1875,00
13	KIT PROLONGACIÓN HASTA CHIMENEA.	-	350,00	350,00
			TOTAL	19142,84

Viviendas

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
1	RADIDADOR DE ALUMINIO DUBAL 45. Marca BAXIROCA. Hasta 6 bar y 110°C.	238 unidades	12,55	298,90
2	RADIADOR DE ALUMINIO DUBAL 60. Marca BAXIROCA. Hasta 6 bar y 110°C.	34 unidades	12,95	440,30
3	PURGADOR AUTOMÁTICO PA5-1. Marca BAXIROCA.	272 unidades	5,88	1599,36
4	LLAVE Y DETENTOR. Modelo R729-2. Marca GIACOMINI	272 unidades	5,09	1384,48
5	VÁLVULA TERMOSTÁTICA. Modelo R440. Marca GIACOMINI.	272 unidades	15,01	4082,72
6	TERMOSTATO AMBIENTE PANTALLA TÁCTIL. Modelo REV200. Marca SIEMENS.	34 unidades	110,00	3740,00
7	VÁLVULA DDE CORTE/PASO (ESFERA) ½". Modelo CUBO. Marca BAXIROCA.	102 unidades	6,00	612,00
8	CONTADOR DE AGUA	34 unidades	190,00	6460,00
9	VÁVULA DE EQUILIBRADO ESTÁNDAR	34 unidades	83,60	2842,40
10	ELECTROVÁLVULA DE TRES VIAS. FAR	34 unidades	87,25	2966,50
			TOTAL	24426,66

Tuberías de polietileno reticulado BARBI

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
1	PER12-8,40 mm. Marca BLANSOL.	1088,00 m	1,20	1305,60
2	PER16-12,40 mm. Marca BLANSOL.	2040,00 m	1,52	3100,80
3	PER25-20,40 mm. Marca BLANSOL.	18 m	3,31	59,58
4	PER40-32,60 mm. Marca BLANSOL.	24 m	9,53	228,72



5	PER50-40,80 mm. Marca BLANSOL.	62,00 m	14,26	884,12
6	PER63-51,40 mm. Marca BLANSOL.	50,00 m	22,98	1149,00
7	PER75-61,40 mm. Marca BLANSOL.	20,00 m	27,80	556,00
8	AISLAMIENTO DE ESPUMA ELASTOMÉRICA AUTOADHESIVA. D=12 mm; Espesor= 25 mm.	1088,00 m	4,50	4896,00
9	AISLAMIENTO DE ESPUMA ELASTOMÉRICA AUTOADHESIVA. D=16 mm; Espesor=25 mm.	2040 m	4,80	9792,00
10	AISLAMIENTO DE ESPUMA ELASTOMÉRICA AUTOADHESIVA. D=25 mm. Espesor= 25 mm.	18,00 m	5,10	91,80
11	AISLAMIENTO DE ESPUMA ELASTOMÉRICA AUTOADHESIVA. D=42 mm. Espesor=25 mm.	24 m	5,83	139,92
12	AISLAMIENTO DE ESPUMA ELASTOMÉRICA AUTOADHESIVA. D=50 mm. Espesor= 25 mm.	62 m	6,20	384,40
13	AISLAMIENTO DE ESPUMA ELASTOMÉRICA AUTOADHESIVA. D=63 mm. Espesor= 25 mm	50 m	6,50	3250,00
14	AISLAMIENTO DE ESPUMA ELASTOMÉRICA AUTOADHESIVA. D= 75 mm. Espesor= 25 mm.	20 m	6,83	136,60
15	ACCESORIOS Y COMPLEMENTOS TALES COMO, TÉS, ETC.	-	1100,00	1100,00
16	MANO DE OBRA	-	24725,41	24725,41
			TOTAL	51799,95

El presupuesto de este capítulo asciende a la cantidad de **NOVENTA Y CINCO MIL TRESCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS.**

CAPÍTULO II: INSTALACIÓN DE ACS

Sala de calderas

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
1	VÁLVULA DE CORTE/PASO (ESFERA) 1". Modelo CUBO. Marca BAXIROCA.	2 unidades	11,80	23,60
2	VÁLVULA DE CORTE/PASO (ESFERA) 1 ½". Modelo CUBO. Marca BAXIROCA.	8 unidades	28,50	228,00
3	VÁLVULA DE CORTE/PASO (ESFERA) 2". Modelo CUBO. Marca BAXIROCA.	4 unidades	38,35	153,40
4	VÁLVULA ANTIRRETORNO 1 ½". Marca BAXIROCA.	2 unidad	12,56	25,12
5	VÁLVULA ANTIRRETORNO 2". Marca BAXIROCA	1 unidad	20,38	20,38
6	VÁLVULA DE SEGURIDAD ½". Marca BAXIROCA.	1 unidad	10,90	10,90
7	VASO DE EXPANSIÓN. Modelo 150 CMR. Marca INDUSTRIAS IBAIONDO S.A. 150 litros de capacidad.	1 unidad	993,91	993,91
8	PURGADOR AUTOMÁTICO AC011022. Marca BAXIROCA.	1 unidad	8,31	8,31
9	BOMBA DE CIRCULACIÓN 3. Modelo SB-10YA. Marca BAXIROCA.	1 unidad	228,45	228,45
10	BOMBA DE CIRCULACIÓN 4. Modelo SB-50XA. Marca BAXIROCA.	1 unidad	346,45	346,45
11	BOMBA DE CIRCULACIÓN 5. Modelo SB-100XL. Marca BAXIROCA.	2 unidades	416,30	832,60
12	GRIFO DE VACIADO 1 ½". Tara 1-12 bar. Tª hasta 235°C.	2 unidades	39,97	79,94
13	VÁLVULA MEZCLADORA TERMOSTÁTICA. E ½ 12-1667490	1 unidad	6,52	6,52
14	SONDA PT 1000. Marca HERTEN S.L	2 unidades	11,00	22,00
15	MANÓMETRO. Marca	8	14,17	113,36



	BAXIROCA. Esfera de 100 m de diámetro.	unidades		
16	ACUMULADOR DE REPARTO. Modelo MVV-1500-RB. Marca LAPESA.	1 unidad	3076,00	3076,00
17	INTERCAMBIADOR DE REPARTO. Modelo KO/20. Marca EUROCOBIL S.L 87KW	1 unidad	212,60	212,60
			TOTAL	6381,54

Viviendas

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
1	VÁLVULA DE CORTE/PASO (ESFERA) 1 ¼". Modelo CUBO. Marca BAXIROCA.	68 unidades	18,05	1227,40
2	VÁLVULA DE CORTE/PASO (ESFERA) 1". Modelo CUBO. Marca BAXIROCA.	102 unidades	11,80	1203,60
3	LLAVE DE CORTE DE ESCUADRA ¾". Modelo Z-1	204 unidades	2,22	452,88
4	CONTADOR DE AGUA INDIVIDUAL	34 unidades	190,00	6460,00
			TOTAL	9343,88

Tuberías de polietileno reticulado BARBI

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
1	PER16-12,40 mm Marca BLANSOL.	300 m	1,52	456,00
2	PER25-20,40 mm Marca BLANSOL	238 m	3,31	787,78
3	PER32-26,20 mm Marca BLANSOL	306 m	5,23	1600,38
4	PER40-32,60 mm Marca BLANSOL	321 m	9,53	3059,13
5	PER50-40,80 mm Marca BLANSOL	18 m	41,26	256,68

6	PER63-51,40 mm Marca BLANSOL	70 m	22,98	1608,60
7	AISLAMIENTO DE ESPUMA ELASTOMÉRICA AUTOADHESIVA. D=16 mm; E=25 mm	300 m	4,80	1440,00
8	AISLAMIENTO DE ESPUMA ELASTOMÉRICA AUTOADHESIVA. D= 25 mm; E=25 mm	238 m	5,10	1213,80
9	AISLAMIENTO DE ESPUMA ELASTOMÉRICA AUTOADHESIVA. D= 32 mm; E= 25 mm	306 m	5,40	1652,40
10	AISLAMIENTO DE ESPUMA ELASTOMÉRICA AUTOADHESIVA. D= 42 mm; E= 25 mm	321 m	5,83	1871,43
11	AISLAMIENTO DE ESPUMA ELASTOMÉRICA AUTOADHESIVA. D=50 mm	18 m	6,20	111,60
12	AISLAMIENTO DE ESPUMA ELASTOMÉRICA AUTOADHESIVA. D= 63 mm; E=25 mm	70 m	6,50	455,00
13	ACCESORIOS Y COMPLEMENTOS TALES COMO CODOS, TES, ETC.	-	1046,15	1046,15
14	MANO DE OBRA	-	10949,53	10949,53
			TOTAL	26508,48

El presupuesto de este capítulo asciende a la cantidad de **CUARENTA Y DOS MIL DOSCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON NOVENTA CÉNTIMOS.**

CAPÍTULO III: INSTALACIÓN SOLAR

Sala de calderas

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
1	VÁLVULA DE CORTE/PASO (ESFERA) 1". Modelo CUBO. Marca BAXIROCA.	4 unidades	11,80	47,20
2	VÁLVULA DE CORTE/PASO (ESFERA) 1 ¼". Modelo CUBO. Marca BAXIROCA.	2 unidades	18,05	36,10
3	VÁLVULA DE CORTE/PASO (ESFERA) 1 ½". Modelo CUBO. Marca BAXIROCA.	3 unidades	28,50	85,50
4	VÁLVULA ANTIRRETORNO. Marca BAXIROCA.	1 unidad	21,51	21,51
5	VÁLVULA DE SEGURIDAD ½". Marca BAXIROCA.	1 unidad	10,90	10,90
6	VASO DE EXPANSIÓN. Modelo 220 SMR. Marca INDUSTRIAS IBAIONDO S.A. 200 litros de capacidad.	1 unidad	401,82	401,82
7	PURGADOR AUTOMÁTICO. Modelo FLEXVENT SUPER. Marca BAXIROCA	2 unidades	11,60	23,26
8	BOMBA DE CIRCULACIÓN DEL PPRIMARIO. Modelo SB-100XL. Marca BAXIROCA.	2 unidades	416,30	832,60
9	GRIFO DE VACIADO 1 ½". Tara 1-12 bar. Tª hasta 225°C.	1 unidad	39,97	39,97
10	SONDA PT 1000. Marca HERTEN S.L	3 unidades	11,00	33,00
11	MANÓMETRO. Marca BAXIROCA. Esfera de 100 mm de diámetro.	4 unidades	14,17	56,68
12	ACUMULADOR SOLAR. Modelo MXV-2500. Marca LAPESA.	1 unidad	10182,00	10182,00
13	INTERCAMBIADOR VITOTRANS 100 3003487. Marca VIESSMANN. 36 KW	1 unidad	289,21	289,21
			TOTAL	12059,75

Colectores solares

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
1	COLECTOR SOLAR. Modelo SOL 250. Marca BAXIROCA.	18 unidades	720,00	12960,00
2	SOPORTE CUBIERTA PLANA PARA 2 COLECTORES. Modelo SOL 250. Marca BAXIROCA.	2 unidades	314,00	628,00
3	SUPLEMENTO CUBIERTA PLANA. Modelo SOL 250. Marca BAXIROCA	14 unidades	128,00	1792,00
4	LÍQUIDO SOLAR. Marca FERROLI.	3 unidades	245,00	735,00
			TOTAL	16115,00

Tuberías

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
1	TUBERÍA DE COBRE. D=12 mm Norma UNA-EN-1057”N” AENOR.	36 m	3,21	115,56
2	TUBERÍA DE COBRE. D=25 mm Norma UNA-EN-1057”N” AENOR.	114 m	6,62	754,68
3	TUBERÍA DE COBRE. D=32 mm Norma UNA-EN-1057”N” AENOR.	6 m	8,32	49,92
4	TUBERÍA DE COBRE. D=42 mm Norma UNA-EN-1057”N” AENOR.	35 m	10,12	354,20
5	AISLAMIENTO DE ESPUMA ELASTOMÉRICA AUTOADHESIVA. D=12 mm; E=35 mm	36 m	5,10	183,60
6	AISLAMIENTO DE ESPUMA ELASTOMÉRICA AUTOADHESIVA. D=25 mm; E=35 mm	114 m	5,40	615,60
7	AISLAMIENTO DE ESPUMA	6 m	5,57	33,42



	ELASTOMÉRICA AUTOADHESIVA. D=32 mm; E=25 mm			
8	AISLAMIENTO DE ESPUMA ELASTOMÉRICA AUTOADHESIVA. D=42 mm; E=25 mm	35 m	5,83	204,05
9	MANO DE OBRA	-	10670,02	10670,02
			TOTAL	12981,05

El presupuesto de este capítulo asciende a la cantidad de **CUARENTA Y UN MIL CIENTO CINCUENTA Y CINCO EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS.**



RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO I: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.....95369,45 €

CAPÍTULO II: INSTALACIÓN DE ACS.....42233,90 €

CAPÍTULO III: INSTALACIÓN SOLAR.....41155,80 €

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL.....178759,15 €

GASTOS GENERALES (13%).....23238,69 €

BENEFICIO INDUSTRIAL (6%).....10725,55 €

I.V.A (18%).....32176,65 €

TOTAL.....244900,04 €

El total del presupuesto asciende a la cantidad de **DOSCIENTOS CUARENTA Y CUATRO MIL NOVECIENTOS EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS.**



Pamplona, Junio de 2012

Firmado:

Iñigo Arteaga Jaunsarás

(Ingeniero Técnico Industrial)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE
SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TREINTA Y CUATRO
VIVIENDAS EN PAMPLONA

6 BIBLIOGRAFÍA

Iñigo Arteaga Jaunsarás

Tutor: José Valdenebro García

Pamplona, Junio de 2012



ÍNDICE

1. LIBROS.....	2
2. NORMATIVA.....	3
3. CATÁLOGOS.....	4



1. LIBROS

1. Manual de aire acondicionado. (Carrier).
2. Calefacción. (Martín Llorens).
3. Manual de calefacción. (Octavio Blanes).
4. Calefacción y agua caliente sanitaria. (J.A de Andrés y Rodríguez-Pomatta, Santiago Aroca Lastra, Manuel García Gándara).
5. Manual Técnico en instalaciones de calefacción. (Compañía Multitubo Systems).
6. Manual de aislamiento en la edificación. (ISOVER).
7. Manual del vidrio. (CITAV).
8. Base de datos del LIDER. (CTE).
6. Guía práctica sobre instalaciones centralizadas de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) en edificios de viviendas. (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía).
7. Guía técnica Agua Caliente Sanitaria central. (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía).
8. La energía solar térmica. Aplicaciones prácticas. (CENSOLAR).
9. Energía solar. Fundamentos y aplicaciones para agua caliente. (BAXIROCA calefacción S.L).



2. NORMATIVA

- 1- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas (ITE). Año 2007.
- 2- Código Técnico de la Edificación (CTE): Documento Básico HE, Ahorro de energía. Año 2006.
- 3- Código Técnico de la Edificación (CTE): Documento Básico HS, Salubridad. Año 2006.
- 4- Normas UNE.
- 5- Normas Tecnológicas de la edificación (NTE). Año 1972.
- 6- Real Decreto 865/2003, del 4 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de legionelosis.



3. CATÁLOGOS

1. Catálogo BAXIROCA.
2. Catálogo LAPESA.
3. Catálogo BLANSOL.
4. Catálogo EUROCOBIL.
5. Catálogo VIESSMANN.
6. Catálogo VAILLANT.
7. Catálogo INDUSTRIAS IBAIONDO.
8. Catálogo SALVADOR ESCODA.



Pamplona, Junio de 2012

Firmado:

Iñigo Arteaga Jaunsarás

(Ingeniero Técnico Industrial)